

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA
ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES



TESIS

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE
CLIMATIZACIÓN AUTOMATIZADA PARA PERSONAS CON
DISCAPACIDADES FÍSICAS”**

PRESENTADA POR:

MERINO GUTIERREZ BRYAN GUILLERMO

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO ELECTRÓNICO Y TELECOMUNICACIONES**

**Línea de investigación:
Procesamiento Digital de Señales**

Piura, Perú

2017

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

FACULTAD DE CIENCIAS

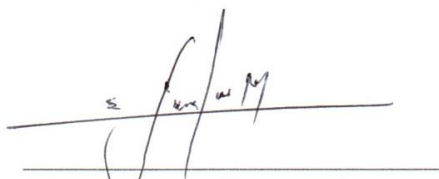
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA

ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE
CLIMATIZACIÓN AUTOMATIZADO PARA PERSONAS CON
DISCAPACIDADES FÍSICAS”**

Línea de investigación:

Procesamiento Digital de Señales



Bch. MERINO GUTIERREZ BRYAN GUILLERMO
EJECUTOR



Ing. JUAN M. JACINTO SANDOVAL
ASESOR

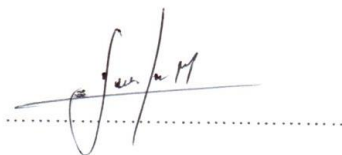
DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE LA TESIS

Yo Bryan Guillermo Merino Gutiérrez identificado con CU/DNI N°46877089, Bachiller de Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones, de la Facultad de Ciencias y domiciliado en el A.H Héroes del Cenepa Mz "A" lote 4 del Distrito: Piura, Provincia: Piura, Departamento: Piura, Celular: 934572600, Email: ingmerino_07@hotmail.com

DECLARO BAJO JURAMENTO: que la tesis que presento es auténtica e inédita, no siendo copia parcial ni total de una tesis desarrollada, y/o realizada en el Perú o en el Extranjero, en caso contrario de resultar falsa la información que proporciono, me sujeto a los alcances de lo establecido en el Art. N° 411, del código Penal concordante con el Art. 32° de la Ley N° 27444, y Ley del Procedimiento Administrativo General y las Normas Legales de Protección a los Derechos de Autor.

En fe de lo cual firmo la presente.

Piura 11 Diciembre del 2017



DNI N° 46877089

Artículo 411.- El que, en un procedimiento administrativo, hace una falsa declaración en relación a hechos o circunstancias que le corresponde probar, violando la presunción de veracidad establecida por ley, será reprimido con pena privativa de libertad no menor de uno ni mayor de cuatro años.

Art. 4. Inciso 4.12 del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales –RENATI Resolución de Consejo Directivo N° 033-2016-SUNEDU/CD

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA
ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE
CLIMATIZACIÓN AUTOMATIZADA PARA PERSONAS CON
DISCAPACIDADES FÍSICAS”**

Línea de investigación:
Procesamiento Digital de Señales

APROBADA POR:

JURADO:



ING. EDWIN ARNALDO OCAS

INFANTE
PRESIDENTE



ING. MARIO AUGUSTO RAMOS

ECHEVARRIA
SECRETARIO



ING. AYAX MANUEL SIFUENTES

MONTES
VOCAL

ACTA DE SUSTENTACIÓN



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE CIENCIAS



ACTA DE SUSTENTACIÓN 080-2017-FC-UNP

FACULTAD DE CIENCIAS

Los Miembros del Jurado Calificador que suscriben, reunidos para evaluar la Tesis denominada "DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN AUTOMATIZADO PARA PERSONAS CON DISCAPACIDADES FÍSICAS", presentado por el señor Bachiller MERINO GUTIERREZ BRYAN GUILLERMO, con el asesoramiento del M.Sc. Juan Manuel Jacinto Sandoval, oídas las observaciones y respuestas a las preguntas formuladas, y de conformidad al Reglamento de Tesis para obtener el Título Profesional en la Facultad de Ciencias, lo declaran:

APROBADO (X)

DESAPROBADO ()

Con la mención de:

MUY BUENO

(X) En consecuencia, queda en condición de ser ratificado por el Consejo de Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Piura, y recibir el TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO ELECTRÓNICO Y TELECOMUNICACIONES.

(X) En consecuencia, queda en condición de ser ratificado por el Consejo Universitario de la Universidad Nacional de Piura, y recibir el TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO ELECTRÓNICO Y TELECOMUNICACIONES; después que el sustentante incorpore la sugerencia del Jurado Calificador.

Piura, 07 de diciembre 2017.

Ing. EDWIN ARNALDO OCAS INFANTE
PRESIDENTE DE JURADO DE TESIS

Ing. MARIO AUGUSTO RAMOS ECHEVARRIA
SECRETARIO DE JURADO DE TESIS

Ing. AYAX MANUEL SIFUENTES MONTES
VOCAL DE JURADO DE TESIS



Campus Universitario - Urb. Miraflores S/N. Castilla

DEDICATORIA

*Dedico este proyecto con mucho cariño y
aprecio a mi madre María Catalina Gutiérrez
Gómez, y a mi padre José Guillermo Merino
Sullón que con su esfuerzo y sacrificio me han
permitido llegar hasta aquí.*

AGRADECIMIENTOS

Tengo que agradecer principalmente a Dios, por permitirme tener y disfrutar a mi familia, por otorgarme sabiduría y medios para llevar a cabo mis metas trazadas.

Agradezco al Ing. Juan M Jacinto Sandoval, persona de gran sabiduría, y al conjunto de mis demás formadores de la escuela de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones que con su arduo trabajo de transmitirme sus conocimientos y dedicación hicieron posible la realización de este proyecto y obtener una afable titulación profesional.

Gracias a mi familia por brindarme su apoyo en cada decisión y proyecto. Agradezco a mi Madre María Catalina Gutiérrez Gómez; a mis hermanos, Percy, Josef, Fergie, Gerardo, Keyla, Angelo, Sebastián, Alessia. A si mismo agradezco a mis demás familiares, en especial a mi tío Juan Merino S por su apoyo de encaminarme por un buen sendero. Por último, agradecer a mis amigos que me ayudaron día a día en el transcurso de mi carrera como estudiante en la Universidad Nacional de Piura.

RESUMEN

El presente proyecto de tesis busca brindar una solución para las personas con discapacidades físicas, las cuales tienen dificultad para establecer un confort térmico de manera independiente, debido a que en muchos casos se le es complejo manipular la prenda (ropa) adecuada al clima del lugar. Para ello se desarrollará el diseño e implementación de un sistema de climatización automatizado. Dicho sistema permitirá obtener la temperatura deseada por el usuario con la mínima manipulación del equipo.

Este módulo básico constituye un primer aporte a la intención de desarrollar trajes termoeléctricos, teniendo como elemento constructivo principal a la celda Peltier, la cual es un dispositivo termo - electrónico, que dependiendo de la polaridad e intensidad con que se alimenta, produce una diferencia de temperatura entre sus caras, efecto que será utilizado para los fines del presente proyecto.

Para el desarrollo del dispositivo lo primero que se seleccionó fue la celda Peltier adecuada, luego en base a las características de la misma, se seleccionó el líquido a calentar/enfriar que circulará a través del traje, también se seleccionó el sensor de temperatura y la forma de control digital a emplear, la cual fue implementada en un microcontrolador adecuado a los requerimientos del sistema. La etapa de potencia fue seleccionada de acuerdo con la forma de control elegida. Para que el usuario pueda introducir parámetros de control se diseñó una aplicación amigable y sencilla. El calor generado en la cara caliente de la celda Peltier es menguado por medio de un bloque de disipación compuesto por un disipador y un ventilador, correctamente seleccionados para evitar que la celda Peltier se degrade rápidamente.

Luego del diseño y la habilitación de cada uno de los subsistemas que componen el dispositivo se procedió a realizar las pruebas en conjunto, realizando pruebas operativas sobre el cuerpo.

Palabra claves: Climatización, Automatización, Celda Peltier, termo electrónico.

ABSTRACT

This thesis project seeks to provide a solution for people with physical disabilities, who have difficulty establishing a thermal comfort independently, because in many cases it is difficult to manipulate the garment (clothing) appropriate to the climate of the place. To this end, the design and implementation of an automated air conditioning system will be developed. This system will allow to obtain the desired temperature by the user with the minimum manipulation of the equipment.

This basic module constitutes a first contribution to the intention to develop thermoelectric suits, having as main constructive element the Peltier cell, which is a thermo - electronic device, which depending on the polarity and intensity with which it is fed, produces a difference of temperature between their faces, an effect that will be used for the purposes of this project.

For the development of the device the first one to be selected was the appropriate Peltier cell, then based on the characteristics of the same, the liquid to be heated / cooled to circulate through the suit was selected, the temperature sensor and form of digital control to be used, which was implemented in a microcontroller adapted to the system requirements. The power step was selected according to the chosen control form. In order for the user to be able to enter control parameters an easy and friendly application was designed. The heat generated on the hot side of the Peltier cell is waned by means of a dissipation block consisting of a heatsink and a fan, correctly selected to prevent the Peltier cell from rapidly degrading.

After the design and the habilitation of each of the subsystems that compose the device, the tests were carried out together, performing operational tests on the body.

Key word: Air conditioning, Automation, Peltier cell, thermoelectric.

INTRODUCCIÓN

En nuestra sociedad existen diversos trastornos neurológicos en donde las personas que la padecen no pueden desenvolverse de manera normal en sus actividades diarias y suelen requerir la ayuda de algún familiar. Es especialmente difícil para una persona que no tiene la posibilidad del completo dominio de sus extremidades superiores o inferiores, el lograr mantener estable su temperatura corporal.

En nuestro país, la cantidad de población discapacitada se encuentra en aumento, hoy en día aproximadamente el 5.2% de la población en el Perú cuenta con algún tipo de discapacidad [1]. Entre sus necesidades diarias se encuentra el vestir las prendas adecuadas de acuerdo con la climatología del lugar. Para dicha situación requieren del uso de un sistema de climatización automatizado que controle su temperatura corporal.

El objetivo del presente proyecto es dotar de funcionalidades de calefacción o enfriamiento a una prenda convencional utilizando el método por conducción para dar sensación de calor o frío al cuerpo humano de una persona con discapacidad física.

En el primer capítulo se presentará el planteamiento del problema, el cual empieza citando algunos proyectos similares que se han realizado y que de algún modo contribuyen a la elaboración de esta tesis, se delimita y formula el problema de investigación, además de la hipótesis y finalmente establecemos los objetivos correspondientes.

En el segundo capítulo, se definirán los conceptos principales para entender y llevar a cabo este proyecto.

En el tercer capítulo, se realizará el diseño del sistema, detallando los materiales y herramientas que se han empleado, además del software utilizado. Culmina con la descripción de la elaboración de la maqueta y diseño del circuito electrónico.

En el cuarto capítulo, se analiza la parte económica que respecta al proyecto. Se detallan en tablas los gastos e inversión requerida para su ejecución.

Por último, en el capítulo cinco, se muestra las conclusiones del trabajo realizado y algunas recomendaciones a los interesados en la misma.

ÍNDICE GENERAL

Contenido

DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTOS.....	II
RESUMEN.....	III
ABSTRACT	IV
INTRODUCCIÓN	V
CAPÍTULO I	1
I. ASPECTOS DE LA PROBLEMÁTICA	1
1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	1
1.2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN.	1
1.2.1. <i>Justificación</i>	1
1.2.2. <i>Importancia</i>	2
1.3. OBJETIVOS	2
1.3.1. <i>Objetivo General</i>	2
1.3.2. <i>Objetivos específicos</i>	2
1.4. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	2
CAPÍTULO II.....	3
II. MARCO TEÓRICO	3
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
2.1.1. <i>Veskimo[2]</i>	3
2.1.2. <i>Colchón con Tecnología Electrotérmica Textil - Gabriel Álvarez Casellas [3]</i>	4
2.1.3. <i>Feria TEXTRÓNICA – Fashion ESNE Atelier y CITTA -Madrid [4]</i>	5
2.1.4. <i>Diseño de un sistema de aire acondicionado portátil termoeléctrico – Pérez Salgado Emilio José [5]</i>	5
2.2. BASES TEÓRICAS.....	7
2.2.1. <i>PERSONA CON DISCAPACIDAD</i>	7
2.2.2. <i>CELDA PELTIER</i>	8
2.2.3. <i>SENSORES DE TEMPERATURA</i>	10
2.2.4. <i>ARDUINO NANO</i>	12

2.2.5.	CONTROLADOR DE POTENCIA.....	16
2.2.6.	S.O ANDROID.....	19
2.2.7.	APP INVENTOR	21
2.2.8.	MÓDULO BLUETOOTH.....	21
2.2.9.	FRITZING	26
2.3.	GLOSARIO DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	27
2.4.	HIPÓTESIS	27
CAPÍTULO III		28
III. MARCO METODOLÓGICO		28
3.1.	ENFOQUE Y DISEÑO.....	28
3.2.	SUJETOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	28
3.3.	MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS	28
3.3.1.	ANÁLISIS DEL SISTEMA Y DETERMINACIÓN DE REQUERIMIENTOS	28
3.3.2.	DISEÑO DEL HARDWARE.....	32
3.3.3.	DISEÑO DEL SOFTWARE.....	41
CAPÍTULO IV		48
IV. ANÁLISIS ECONÓMICO.....		48
4.1.	COSTO DE COMPONENTES ELECTRÓNICOS	48
4.2.	COSTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA MAQUETA	49
4.3.	COSTO DE INGENIERÍA.....	50
4.4.	COSTOS TOTALES	50
CAPÍTULO V		51
V. RESULTADOS Y DISCUSIONES		51
CAPÍTULO VI		53
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		53
6.1.	CONCLUSIONES.....	53
6.2.	RECOMENDACIONES.....	53
CAPÍTULO VII.....		54
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		54
CAPÍTULO VIII		55
VIII. ANEXOS.....		55

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1. Especificaciones técnicas de la empresa HEBEI Lta [18]	30
Tabla 3.2. Características de diferentes tipos de sensores de temperatura.....	32
Tabla 4.1. Descripción de Costos y Componentes Electrónicos del proyecto.....	49
Tabla 4.2 Descripción de Costos y Materiales del proyecto	49
Tabla 4.3. Descripción de Costos de ingeniería del proyecto	50
Tabla 4.4. Sumatoria total de Costos	50
Tabla 5.1. Resultados del sistema en modo de enfriamiento	50
Tabla 5.2. Resultados del sistema en modo de calentamiento	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Sistema de enfriamiento Veskimo [2].....	3
Figura 2.2 Persona en silla de ruedas usando traje Veskimo [2].....	3
Figura 2.3. Sistema del Colchón con tecnología Electro-térmica [3].....	4
Figura 2.4. Colocación textil Electro-térmico [3].....	4
Figura 2.5. Cartera con tejidos luminiscentes [4].....	5
Figura 2.6. Sistema del aire acondicionado con tecnología termoelectrónico [5].....	6
Figura 2.7. Esquema del sistema de frío [5].....	6
Figura 2.8. Primera Encuesta Nacional Especializada sobre Discapacidad 2012 -INEI [1].....	8
Figura 2.9. Principio básico de una Celda Peltier, Absorción de Calor, y emisión de calor [5].....	9
Figura 2.10. Conexión interna de pares de semiconductores en la Celda Peltier [5].....	9
Figura 2.11. Configuración de la Placa Arduino Nano en el IDE	15
Figura 2.12. Diagrama que representa la configuración de pines I/O analógico digital, pwm, etc. de la placa Arduino Nano [9].....	16
Figura 2.13. Señal PWM, en diferentes ciclos de trabajo [10].....	17
Figura 2.14. Conexión de un microcontrolador y la etapa de potencia para un actuador [10].....	18
Figura 2.15. Módulo de Potencia L298N [11].....	18
Figura 2.16. Módulo de Potencia BTS7906 [12].....	19
Figura 2.17. Interfaz de inicio de Android 8.0.0 “Oreo” [13].....	20
Figura 2.18. Logo de la Aplicación APP Inventor [14].....	21
Figura 2.19. Módulo Bluetooth HC-06 [15].....	22
Figura 2.20. Esquema de comunicación entre la Pc, y el módulo bluetooth por medio del Arduino [15].....	23
Figura 2.21. Diagrama de Conexión del módulo bluetooth a la placa Arduino [15].....	23
Figura 2.22. Diagrama de Conexión del Módulo Bluetooth por medio del conversor USB-Serial. [15].....	24
Figura 2.23. Configuración del IDE Arduino, para la comunicación con el módulo Bluetooth [15].....	24
Figura 2.24. Interfaz de la Aplicación Fritzing [16].....	26

Figura 2.25. Dimensiones físicas de la Celda Peltier TEC1-12706 [18].....	30
Figura 2.26. Diagrama de bloques de los subsistemas y su interrelación.....	32
Figura 3.1. Tuberías de Cobre de ¼”.....	33
Figura 3.2. Mangueras de plástico de ¼”.....	33
Figura 3.3. Diseño serpentín de la manguera de plástico acoplada al chaleco.....	34
Figura 3.4. Imagen de la Estructura metálica del Sistema Térmico.....	34
Figura 3.5. Imagen de la parte Inferior de la Estructura metálica del sistema Térmico.	35
Figura 3.6. Imagen que muestra las conexiones entre los componentes del sistema térmico.....	36
Figura 3.7. Imagen Frontal y Posterior del Módulo BTS 7960.....	38
Figura 3.8. Descripción de los terminales del módulo L298N.....	39
Figura 3.9. Imagen del circuito general del sistema Térmico.....	40
Figura 3.10. Imagen del circuito de conexión de la fuente principal, diodos indicadores, conexión de sensores externos.....	41
Figura 3.11. Diagrama de flujo general del Sistema Electro-térmico.....	44
Figura 3.12. Interfaz de la pantalla de Bienvenida de nuestra Aplicación “Rupac Chiri”.....	45
Figura 3.13. Interfaz de Inicio de nuestra Aplicación “Rupac Chiri”.....	46
Figura 3.14. Interfaz en modo “Automático”.....	46
Figura 3.15. Interfaz en modo “Manual”.....	47
Figura 3.16. Interfaz en modo “Suspendido”.....	47

CAPÍTULO I

I. ASPECTOS DE LA PROBLEMÁTICA

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.

El problema por el cual surge el presente estudio es la falta de Sistemas Climatizados especializados, que permitan a los pacientes con discapacidad física llevar una vida independiente en cuanto a la necesidad de usar la ropa adecuada al clima del entorno, cuando nos referimos a Sistemas Climatizados estamos hablando de la escasa ropa especializada capaz de adaptarse a los diferentes microclimas del entorno y brindar un adecuado confort térmico al paciente.

En la actualidad se cuenta con trajes especiales como la absorción del sudor del paciente en momentos calurosos o mantener caliente el cuerpo en momentos fríos; esto con lleva a que personas que no cuenten con extremidades superiores dependan de una persona encargada para poder hacer el cambio de ropa de acuerdo con el clima del entorno.

1.2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN.

1.2.1. Justificación

Un equipo de climatización es una ayuda técnica que consiste en el intercambio de calor o frío de un elemento líquido o gaseoso para brindar un estado de confort térmico estable. Estos equipos están diseñados para permitir un mejor confort térmico a las personas.

Dado que estos equipos convencionales tienen que ser constantemente manipulados para establecer la temperatura adecuada, implican que las personas con discapacidades físicas requieran ayuda y realicen la tarea durante un periodo de tiempo superior al necesario, lo cual genera incomodidad; El diseño propuesto de un sistema de climatización de fácil uso, brinda una interfaz sencilla, que requiere la mínima manipulación de botones, cumpliendo las necesidades de comodidad e independencia de las personas con discapacidades físicas durante su vida diaria.

1.2.2. Importancia

El presente estudio deja un antecedente respecto de una de las aplicaciones de la electrónica y el uso de Celdas Peltier en pacientes con discapacidades físicas mejorando de alguna manera su calidad de vida.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo General

Diseñar e implementar un sistema de climatización automatizado para personas con discapacidades físicas.

1.3.2. Objetivos específicos

- Identificar los requerimientos de las personas con discapacidad física durante sus actividades diarias.
- Implementar el hardware necesario para controlar la temperatura de las Celdas Peltier.
- Obtener una interfaz de usuarios clara, precisa y de fácil manejo para el usuario.
- Controlar la temperatura desde una estación remota, por medio de la tecnología Bluetooth.

1.4. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Después de conocer las necesidades básicas que afectan a un gran número de pacientes con discapacidades, notamos que el principal problema es la dependencia que estas generan; para nuestro estudio nos centraremos únicamente en personas que padecen discapacidades físicas y un entorno con un clima medio.

CAPÍTULO II

II. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

A continuación, se presentan algunos de los productos existentes y patentes de productos, que cumplen con algunas de las necesidades de las personas con discapacidades físicas, pero no en su totalidad.

2.1.1. Veskimo[2]

Veskimo Personal Cooling Systems es una empresa fundada por el Ing. Kurt Jechel. Esta empresa nos ofrece prendas de refrigeración personal. Consta de un chaleco a través del cual se hace circular agua helada desde una mochila aislada térmicamente por medio de una bomba alimentada por batería.



Figura 2.1. Sistema de enfriamiento Veskimo [2].



Figura 2.2. Persona en silla de ruedas usando traje Veskimo [2].

Si la persona está en silla de ruedas, el aparejo de un refrigerador Veskimo para montar junto con la silla de ruedas podría ser una tarea muy sencilla, o simplemente colgar la mochila en la parte posterior de la silla también es posible, sobre todo si la persona es parcialmente móvil.

ADVERTENCIA: El Veskimo Personal Cooling Vest no debe ser utilizado por nadie que no esté asistido y no pueda regular el poder de enfriamiento del sistema por sí mismos.

2.1.2. Colchón con Tecnología Electrotérmica Textil - Gabriel Álvarez Casellas [3]

Según esta tesis, nos presenta el desarrollo de un sistema de calefacción, acoplado a un colchón. El sistema permite controlarse de forma muy simple y de fácil acceso, sin dificultad de uso e instalación por complejidad para poder llegar a todas las personas.

El proyecto se basa en Tecnologías electro-térmicas (Tejido de punto con mezcla de Poliéster /Acero Inoxidable), capaces de proporcionar calor mediante el uso de materiales conductores a través de los cuales se hace pasar corriente eléctrica de forma que el material se calienta, ha este efecto se le conoce como “Efecto Joule”.

Para el control del usuario de todo el sistema, se optó por el uso del Bluetooth, un sistema inalámbrico para evitar el cableado molesto, brindándole mayor estética al producto final.

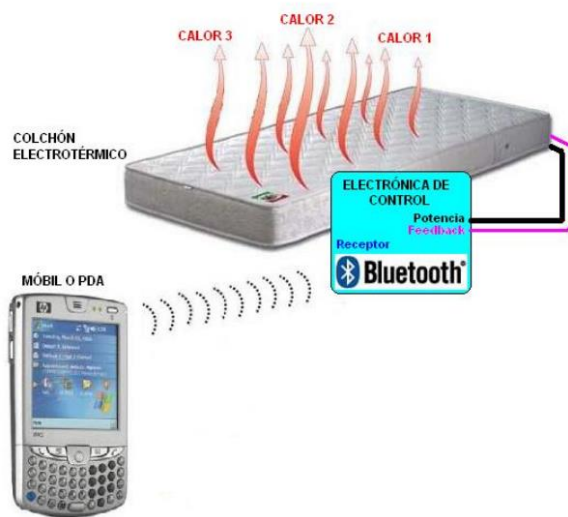


Figura 2.3. Sistema del Colchón con tecnología Electro-térmica [3].



Figura 2.4. Colocación textil Electro-térmico [3].

El conjunto textil electro-térmico es adaptable como accesorio a cualquier colchón del mercado o integrable directamente en un colchón como producto con funciones térmicas. Consume una potencia máxima de 177.6 W, en donde brinda una temperatura de 41.4°C.

2.1.3. Feria TEXTRÓNICA – Fashion ESNE Atelier y CITTA -Madrid [4]

El CITTA, Centro Tecnológico del Textil de Andalucía, y ESNE, Escuela Universitaria de Diseño e Innovación presentaron conjuntamente TEXTRÓNICA, un taller que mostró las excelencias del diseño y producción de prendas y complementos realizados a partir de tecnologías diferentes y materiales textiles como tejidos inteligentes, luminiscentes, térmicos, fibras ópticas y tejidos a los que se aplican sensores.



Figura 2.5. Cartera con tejidos luminiscentes [4].

2.1.4. Diseño de un sistema de aire acondicionado portátil termoelectrónico – Pérez Salgado Emilio José [5]

En este proyecto el autor nos describe el diseño e implementación de un sistema de aire acondicionado utilizando Celdas de Peltier con el objetivo de reducir sustancialmente el ruido y vibraciones producidos por los aparatos de refrigeración portátiles.

El diseño consta de un conjunto de celdas Peltier, en donde son enfriadas por agua, y el ambiente frío generado por las celdas de Peltier es expulsado por un ventilador.

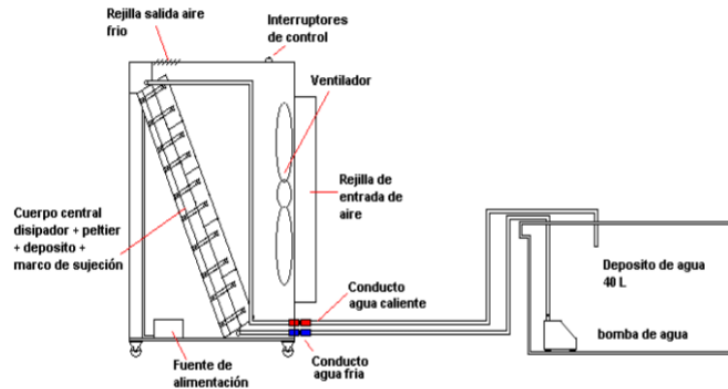


Figura 2.6. Sistema del aire acondicionado con tecnología termoeléctrico [5].

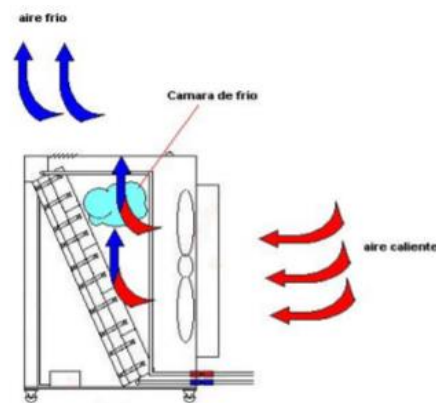


Figura 2.7. Esquema del sistema de frío

Este proyecto tiene como objetivo enfriar el aire de una habitación 3mx3mx2,5 de alto a una temperatura de 30°C ambiente.

Como observaremos se cuenta con ropa especial que permiten un confort térmico en ambientes fríos o calientes, pero aún no se tiene registro de ropa que se adapte automáticamente al clima que le rodea. En el mercado existen variedades de equipos de aire acondicionado como es el caso del B600 que permiten crear un ambiente de confort térmico en el interior de un vehículo, pero la desventaja de ello es que estos requieren un suministro de mediana tensión, además que son caras y no son totalmente portátiles.

Este conjunto de antecedentes recopilados nos motivó a diseñar un sistema térmico que nos permita crear un microclima de confort, adaptable a la ropa permitiéndonos portabilidad, además que se requiera un bajo consumo. Es por ello

que tendremos como principal actuador a la Celda de Peltier que nos permitirá la generación de frío y calor.

2.2. BASES TEÓRICAS

En este capítulo mostramos la teoría más relevante para entender el funcionamiento de nuestro sistema. Se pretende detallar los puntos que cubren los objetivos del proyecto.

2.2.1. PERSONA CON DISCAPACIDAD

2.2.1.1. CONCEPTO

Es aquella persona que tiene impedida o entorpecida alguna de las actividades cotidianas, por alteración de sus funciones intelectuales o físicas. Pero también significa una redistribución de las habilidades y la capacidad de adaptarse a eso [6].

2.2.1.2. TIPOS DE DISCAPACIDAD

Basado en la Clasificación Internacional del Funcionamiento de la discapacidad y de la Salud, se identifican tres grandes grupos [7].

A) **Cognitiva:** Es una disminución en las habilidades cognitivas e intelectuales del individuo. Entre las más conocidas discapacidades cognitivas están: El Autismo, El síndrome de Down, Síndrome de Asperger y el Retraso Mental.

B) **Física:** Es la pérdida o imposibilidad de mover algunos de los miembros superiores o inferiores. Existen diversas causas por las cuales se presenta la discapacidad física; factores congénitos, hereditarios, cromosómicos, por accidentes o enfermedades degenerativas, neuromusculares, infecciosas o metabólicas.

C) **Sensorial:** Es la que se encuentra relacionada con la disminución de algunos de los sentidos. La discapacidad sensorial corresponde a las personas con deficiencias visuales, auditivas, y a quienes presentan problemas en la comunicación y el lenguaje.

2.2.1.3. CANTIDAD DE POBLACIÓN DISCAPACITADA EN EL PERÚ

El Censo Nacional del año 1981 señalaba que la población con discapacidad era de 26,560 personas; apenas el 0,02% de la población total censada. Diez años más tarde el Censo de 1993 señalaba que la población discapacitada del país es de 288,526 personas, que representan el 1,3% de la población total censada; en el último censo realizado en el año 2012, el 5,2% de la población nacional (1 millón 575 mil 402 personas) padecen de algún tipo de discapacidad o limitación física

y/o mental. Esta condición afecta, en mayor proporción, a la población de 65 y más años (50,4%) y de 15 a 64 años (41,3%) [1]. Por lo cual se observa que la cantidad de población discapacitada en nuestro país se encuentra en constante aumento.

PERÚ: PERSONAS CON ALGUNA DISCAPACIDAD POR SEXO Y GRUPOS DE EDAD, 2012



Figura 2.8. Primera Encuesta Nacional Especializada sobre Discapacidad 2012 -INEI [1].

2.2.1.4. PROCESO DE MANTENER EL CONFORT TÉRMICO EN UNA PERSONA CON DISCAPACIDAD FÍSICA

El cambio constante de prendas que ayuden a mantener la temperatura corporal adecuada resulta muchas veces ser una tarea difícil para las personas con discapacidad por lo que necesitarían el apoyo de algún familiar para hacerlo.

A pesar de que actualmente existen prendas adecuadas para ellos, muchas de estas prendas no brindan del todo un confort térmico estable, por lo que se verán obligados a cambiar de ropa.

Si bien hoy en día la mayoría de las personas con discapacidad física han sabido adaptarse y son capaces de realizar tareas como cambiarse y usar las prendas adecuadas al clima del lugar de manera casi independiente, pero, aun así, les requiere un mayor uso del tiempo que a las personas sin dicha discapacidad.

2.2.2. CELDA PELTIER

2.2.2.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES

Una Celda Peltier es un dispositivo termoeléctrico que, al hacerle circular corriente eléctrica, induce frío por una de sus caras y por el otro calor. Una celda Peltier comercial consiste en la unión de varios pares de semiconductores de tipo

p (huecos libres) y tipo n (cargas libres) conectados térmicamente en paralelo y eléctricamente en serie [5].



Figura 2.9. Principio básico de una Celda Peltier, Absorción de Calor, y emisión de calor [5].

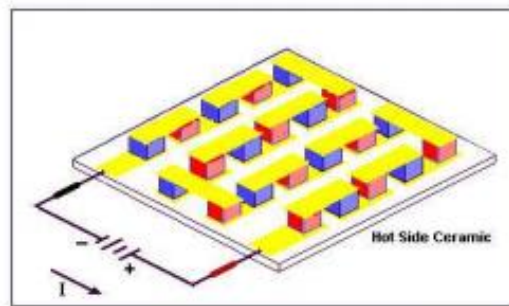


Figura 2.10. Conexión interna de pares de semiconductores en la Celda Peltier [5].

2.2.2.2. PROPIEDADES

Existen una serie de propiedades específicas de las Celdas Peltier debidas a los efectos termoeléctricos que en ellos ocurren. A continuación se presentan alguna de estas propiedades.

- ✓ Un cambio de la polaridad de la corriente que se le aplica, permite un cambio de calentamiento a enfriamiento y viciversa.
- ✓ Son compactos y ligeros.
- ✓ Las celdas no producen ruido ni vibraciones.
- ✓ Son altamente confiables.
- ✓ Poseen una vida útil mayor a los veinte años.
- ✓ Dan la posibilidad de controlar con precisión su temperatura.
- ✓ Funciona mediante voltajes de corriente continua.
- ✓ No requieren mantenimiento, ya que no poseen partes movibles que puedan dañarse o desgastarse.

2.2.2.3. APLICACIONES

Las Celdas Peltier presentan distintas ventajas en precisión, simplicidad y confiabilidad, lo cual los hace ideales para distintas aplicaciones, algunas de las cuales se enlistan a continuación.

- ✓ Calorímetros.
- ✓ Sistemas de aire acondicionado.
- ✓ Dispositivos para termoterapia .
- ✓ Sistema de calefacción.
- ✓ Aplicaciones médicas .
- ✓ Neveras y calentadores portátiles
- ✓ Contenedores de transporte de alimentos.
- ✓ Crioconcentración.
- ✓ Sensores de temperatura.
- ✓ Medición de parámetros térmicos.
- ✓ Enfriamientos de láseres médicos.

2.2.3. SENSORES DE TEMPERATURA

Los sensores de temperatura son dispositivos que transforman los cambios de temperatura en cambios en señales eléctricas que son procesados por equipo eléctrico o electrónico [8].

Los sensores de temperatura se utilizan para variados propósitos, como el control de sistemas de refrigeración, laboratorios, procesos automotrices, siendo generalmente utilizados en procesos industriales. La medida de la temperatura ocurre típicamente en líquidos o a través de contacto con la superficie. La medida del contacto no se requiere siempre, sin embargo, existen en el mercado los sensores que pueden hacer una medida de calor sin contacto físico. Esto se hace normalmente con el uso de la tecnología infrarroja.

Cuando selecciona un sensor existen una gran cantidad de consideraciones que se deben tener en cuenta, siendo este proceso de selección una toma de difícil decisión. Se sabe que el sensor debe ser capaz de medir una gran gama de temperaturas con el mínimo error posible, así como también la velocidad de respuesta de éste. En consideración a lo anteriormente señalado, cabe decir que los sensores presentes en el mercado generalmente no compatibilizan velocidad de respuesta, con presión, por lo cual es necesario buscar un sensor que se adapte a las necesidades de esta investigación, es decir sacrificar velocidad a expensas de la precisión.

Un sensor de temperatura garantiza una salida continua en función de la temperatura real del sistema, lo que permite controlar por completo cualquier proceso.

2.2.3.1. TIPOS DE SENSORES

Los sensores de temperatura se pueden clasificar según su tipo, funcionamiento, o según el material por el cual están contruidos. A continuación, mencionaremos la clasificación según su tipo:

- Termopar.
- RTD.
- Termistores NTC y PTC.
- Bimetal.
- Integrados (diodos o transistores).

a) Termopar

El termopar, también llamado termocupla y que recibe este nombre por estar formado por dos metales, es un instrumento de medida cuyo principio de funcionamiento es el efecto termoeléctrico.

Un material termoeléctrico permite transformar directamente el calor en electricidad, o bien generar frío cuando se le aplica una corriente eléctrica.

El termopar genera una tensión que está en función de la temperatura que se está aplicando al sensor. Midiendo con un voltímetro la tensión generada, conoceremos la temperatura.

b) RTD

Un RTD es un sensor de temperatura basado en la variación de la resistencia de un conductor con la temperatura.

Los metales empleados normalmente como RTD son platino, cobre, níquel y molibdeno.

De entre los anteriores, los sensores de platino son los más comunes por tener mejor linealidad, más rapidez y mayor margen de temperatura.

c) Termistores NTC y PTC

El termistor está basado en que el comportamiento de la resistencia de los semiconductores es variable en función de la temperatura.

Existen los termistores tipo NTC y los termistores tipo PTC. En los primeros, al aumentar la temperatura, disminuye la resistencia. En los PTC, al aumentar la temperatura, aumenta la resistencia.

El principal problema de los termistores es que no son lineales según la temperatura por lo que es necesario aplicar fórmulas complejas para determinar la temperatura según la corriente que circula y son complicados de calibrar.

d) Bimetal

El termómetro bimetalico es un instrumento utilizado para medir temperatura mediante la contracción y expansión de dos distintas aleaciones metálicas de alto y bajo coeficiente de dilatación.

Las aleaciones metálicas, la de alto y bajo coeficiente de dilatación, al ser expuestas a determinada temperatura, transmiten un movimiento giratorio a una aguja indicadora, es decir, las variaciones de temperatura causan que el bimetal sufra una deformación, esta se transmite a la aguja indicadora.

e) Sensores Integrados

Hoy en día existen un gran número de fabricantes que producen variados circuitos integrados, los cuales son muy adecuados para medir temperaturas. Estos circuitos con utilizados generalmente para medir temperaturas cuando se usa un sistema de toma de datos, los cuales pueden estar conectados en una computadora.

Existen integrados con calibraciones para diversos sistemas de unidades. El rango usual de estos termómetros se encuentra normalmente entre los -10°C y 120°C .

Estos sensores integrados, son de bajo costo, hay una gran variedad en el mercado y generalmente se pueden calibrar fácilmente, con un error de aproximadamente de 0.5°C .

2.2.4. ARDUINO NANO

2.2.4.1. CONCEPTO

El Arduino Nano es una pequeña, y completa placa basada en el ATmega328 (Arduino Nano 3.x). Tiene más o menos la misma funcionalidad del Arduino Duemilanove, pero en un paquete diferente. Se carece de una sola toma de corriente continua, y funciona con un cable USB Mini-B en lugar de una normal [9].

2.2.4.2. CARACTERÍSTICAS DEL ARDUINO NANO

Alimentación

El Arduino Nano puede ser alimentado a través de la conexión USB Mini-B, fuente de alimentación externa no regulada de 6-20V (pin 30), o una fuente de alimentación externa regulada 5V (pin 27). La fuente de energía se selecciona

automáticamente a la fuente de tensión más alta.

Memoria

El ATmega328 tiene 32 KB, (también con 2 KB utilizado para el cargador de arranque. El ATmega328 tiene 2 KB de SRAM y 1 KB de EEPROM.

Entrada y salida

Cada uno de los 14 pines digitales en el Nano puede usarse como una entrada o salida, utilizando `pinMode ()`, `digitalWrite ()`, y `digitalRead ()` funciones. Operan a 5 voltios. Cada pin puede proporcionar o recibir un máximo de 40 mA y tiene una resistencia pull-up interna (desconectado por defecto) de 20-50 kOhms. Además, algunos pines tienen funciones especializadas:

- Serie: 0 (RX) y 1 (TX). Se utiliza para recibir (RX) y transmitir datos en serie (TX) TTL. Estos pasadores están conectados a los correspondientes pins del chip de serie FTDI USB-a-TTL.
- Interrupciones externas: 2 y 3. Estos pines se pueden configurar para desencadenar una interrupción en un valor bajo, un flanco ascendente o descendente, o un cambio en el valor. Véase la función `attachInterrupt ()` para más detalles.
- PWM: 3, 5, 6, 9, 10, y 11. proporcionar una salida de PWM de 8 bits con la función `analogWrite ()`.
- SPI: 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). Estos pines soportan la comunicación SPI, que, aunque proporcionada por el hardware subyacente, no está incluido en el lenguaje de Arduino.
- LED: 13. Hay un LED incorporado conectado al pin digital 13. Cuando el pasador es de valor alto, el LED está encendido, cuando el pasador es bajo, es apagado.

El Nano tiene 8 entradas analógicas, cada uno de los cuales proporcionan 10 bits de resolución (es decir, 1024 valores diferentes). Por defecto se miden desde el cero a 5 voltios, aunque es posible cambiar el extremo superior de su rango de uso de la función `analogReference ()`. pines analógicos 6 y 7 no se pueden utilizar como pines digitales. Además, algunos pines tienen funciones especializadas:

- I2C: A4 (SDA) y A5 (SCL). I2C apoyo (TWI) de comunicación que utiliza la biblioteca de cables (documentación en el sitio web de cableado).

Hay un par de pines en la placa:

- AREF. voltaje de referencia para las entradas analógicas. Se utiliza con `analogReference ()`.

- Reiniciar. Llevar esta línea baja para restablecer el microcontrolador. Normalmente se utiliza para añadir un botón de reinicio para escudos que bloquean el uno en el tablero.

Comunicación

El Arduino Nano tiene un número de instalaciones para la comunicación con un ordenador, otro Arduino, u otros microcontroladores. Los ATmega328 proporcionan UART TTL (5V) de comunicación en serie, que está disponible en los pines digitales 0 (RX) y 1 (TX). Un FTDI FT232RL en los canales de mesa esta comunicación en serie a través de USB y los drivers FTDI (incluido con el software de Arduino) proporcionan un puerto COM virtual para el software en el ordenador. El software de Arduino incluye un monitor de serie que permite que los datos de texto simples para ser enviados hacia y desde la placa Arduino. Los LEDs RX y TX de la placa parpadean cuando se están transmitiendo datos a través de la conexión USB FTDI chip y al ordenador (pero no para la comunicación en serie en los pines 0 y 1). Una biblioteca Software Serial permite la comunicación en serie en cualquiera de los pines digitales del Nano. El ATmega328 también apoyan I2C (TWI) y la comunicación SPI. El software de Arduino incluye una librería Wire para simplificar el uso del bus I2C. Para utilizar la comunicación SPI, consulte la ficha técnica ATmega328.

Programación

El Arduino Nano se puede programar con el software Arduino. Seleccione "Arduino Duemilanove o Nano / ATmega328" desde el menú Herramientas> Junta (de acuerdo con el microcontrolador en su tablero). Los ATmega328 en el Arduino Nano viene precargado con un cargador de arranque que le permite cargar nuevo código a ella sin el uso de un programador de hardware externo. Se comunica mediante el protocolo STK500 originales. También puede pasar por alto el gestor de arranque y programar el microcontrolador a través de la cabecera (programación serial en circuito) ICSP usando Arduino ISP o similar.

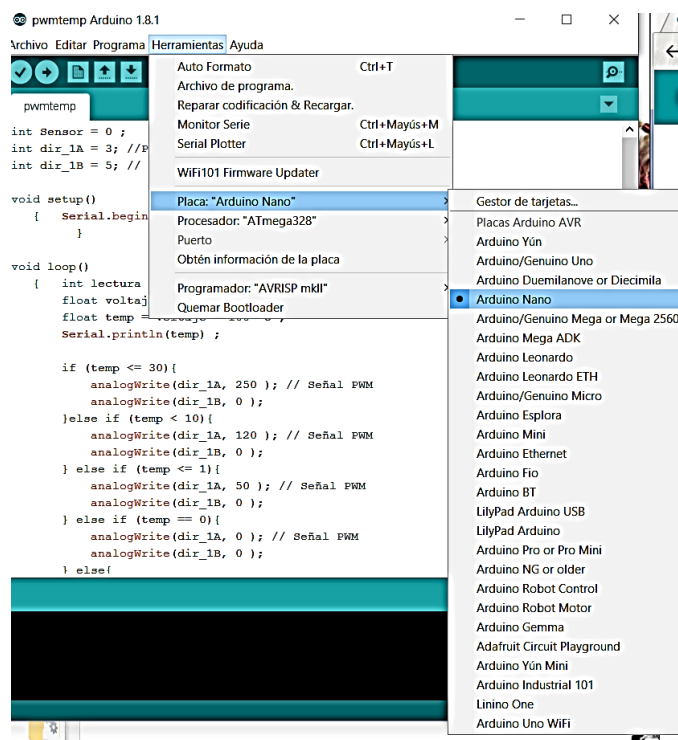


Figura 2.11. Configuración de la Placa Arduino Nano en el IDE

[Fuente propia].

En lugar de requerir una prensa física del botón de reinicio antes de un proceso de carga, el Arduino Nano está diseñado de una manera que permite que pueda ser restablecido por el software que se ejecuta en un ordenador conectado. Una de las líneas de control de flujo por hardware (DTR) de la FT232RL está conectada a la línea de reposición de los ATmega328 través de un condensador 100 nanofaradios. Cuando esta línea se afirma (tomada bajo), la línea de restablecimiento pasa el tiempo suficiente para restablecer el chip. El software de Arduino utiliza esta capacidad que le permite cargar código con sólo pulsar el botón de carga en el entorno Arduino. Esto significa que el gestor de arranque puede tener un tiempo de espera más corto, ya que el descenso de DTR puede ser bien coordinada con el inicio de la subida. Esta configuración tiene otras implicaciones. Cuando el Nano está conectado ya sea a un ordenador con Mac OS X o Linux, se restablece cada vez que se realiza una conexión a la misma desde el software (a través de USB). Para el siguiente medio segundo o así, el cargador de arranque está ejecutando en el Nano. Mientras que está programado para ignorar los datos con formato incorrecto (es decir, nada, además de un proceso de carga del nuevo código), se interceptará los primeros bytes de datos enviados a la junta después de abrir una conexión. Si un boceto en ejecución en el tablero recibe la configuración de una sola vez o de otro tipo de datos cuando se inicia por primera vez, asegúrese de que el software con el que se comunica espera un segundo después de abrir la conexión y antes de enviar estos datos.

THE
UNOFFICIAL
**ARDUINO
NANO**
PINOUT DIAGRAM

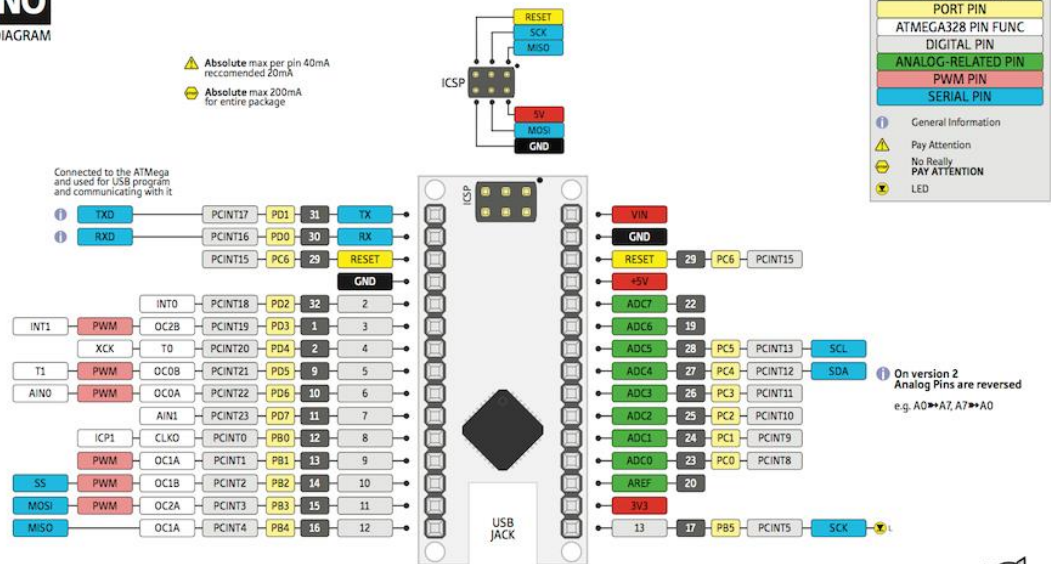


Figura 2.12. Diagrama que representa la configuración de pines I/O analógico digital, pwm, etc. de la placa Arduino Nano [9].

2.2.5. CONTROLADOR DE POTENCIA

2.2.5.1. CONCEPTO

La mayoría de dispositivos eléctricos y electrónicos requieren tensiones y corrientes que destruirán los circuitos digitales, por tanto, en términos generales, debemos confiar dicha labor a los llamados circuitos controladores o drivers. Normalmente una salida de un microcontrolador puede tener tres estados (alto, bajo y alta impedancia), naturalmente al proyectar un driver tenemos que tener en cuenta este detalle. De modo que, en primer lugar, se debe proteger la patilla de salida del microcontrolador, mediante una resistencia, limitando la corriente que circulará por dicha patilla, para hacer muy general el dispositivo que vamos a proyectar, consideraremos que la corriente máxima de la salida estará en torno a los 20mA y la tensión no mayor de los 5V. Con estos datos, podemos asegurarnos que el driver será útil para la mayoría de los microcontroladores que podamos a manejar.

2.2.5.2. SEÑAL PWM

La **modulación por ancho de pulsos** (también conocida como **PWM**, siglas en inglés de *pulse-width modulation*) de una señal o fuente de energía es una técnica en la que se modifica el ciclo de trabajo de una señal periódica (una senoidal o una cuadrada, por ejemplo), ya sea para transmitir información a través de un canal de comunicaciones o para controlar la cantidad de energía que se envía a una carga [10].

Una señal PWM consiste en una señal con una determinada frecuencia (y por lo tanto con un mismo periodo) que consta de dos valores fijos de tensión: uno alto (HIGH), que es la amplitud, y otro bajo (LOW), que es el valor nulo.

También consta de otro parámetro, que se denomina **ciclo de trabajo** (*duty cycle*), y que se refiere al porcentaje de tiempo que el pulso (la cantidad de voltaje entregada) está en activo durante un ciclo o periodo.

Otro parámetro importante es el ancho de pulso (*PW – Pulse Width*), que define el tiempo que dura el pulso.

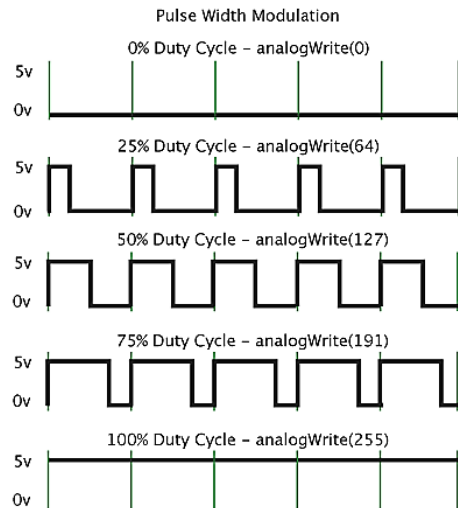


Figura 2.13. Señal PWM, en diferentes ciclos de trabajo [10].

De la gráfica anterior podemos deducir que, por tanto, el PWM es una técnica que consiste en **variar el ancho de pulso de una señal de voltaje** cuadrada con el objetivo de **controlar la cantidad de potencia** administrada a los componentes o elementos electrónicos conectados. De esta forma, con un ciclo de trabajo del 100 % entregaríamos los 5V totales; un ciclo de trabajo del 50 % entregaría un voltaje de 2.5 V; con un ciclo de trabajo del 10 % conseguiríamos un voltaje del 0.5 V; y así sucesivamente.

✓ En conclusión, para lograr establecer un control de nuestros actuadores (Celda Peltier, ventilador, etc.), se hace uso de una señal PWM que será enviada desde nuestro microcontrolador hacia un módulo de potencia, debido que al ser una señal de baja potencia requiere el uso de módulos de potencia que está compuesto principalmente por transistores MOSFET.

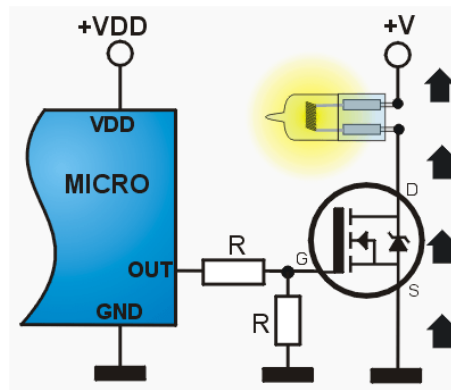


Figura 2.14. Conexión de un microcontrolador y la etapa de potencia para un actuador [10].

2.2.5.3. MÓDULOS DE POTENCIA L298N

El driver L298N es un dispositivo que permite controlar el sentido de funcionamiento de motores a una corriente de salida por canal de hasta 2A. Este módulo cuenta con un disipador de calor acorde a las características de este driver, sus características de diseño le permiten un rendimiento anti-interferencia excepcional, puede llegar a trabajar hasta con un nivel de tensión de entrada de 46V, aunque por cuestiones de seguridad se recomienda usar niveles de tensión algo debajo de este valor límite. Puede llegar a manejar un motor paso a paso de dos fases y cuatro fases, o dos motores de corriente continua. Este módulo incluye un regulador de voltaje 78M05 para obtener la energía de alimentación del dispositivo, sin embargo, cuando se superan los 12V, se sugiere usar una fuente de poder externa de 5V como fuente de alimentación digital y deshabilitar el jumper de 12V. Este módulo tiene gran capacidad de filtrado de ruido, cuenta con un diodo de protección ante corriente inversa, haciendo que su funcionamiento sea más estable y fiable [11].

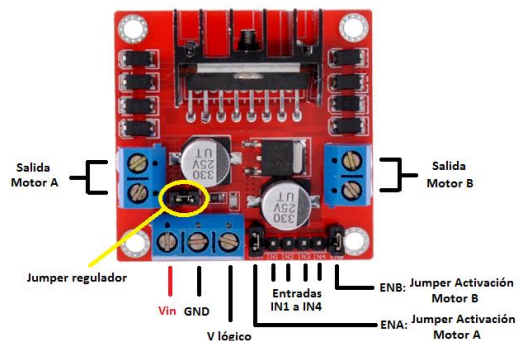


Figura 2.15. Módulo de Potencia L298N [11].

2.2.5.4. MÓDULO DE POTENCIA BTS7906

Este controlador usa propiamente los Chips Infineon BTS7960 como puente H para permitir el control de los motores, cuenta con un protector ante

sobrecalentamiento y sobrecorriente. Este módulo cuenta con un aislador que permite separar el circuito de control de la parte de potencia para mantener la integridad del dispositivo, puesto que este driver puede llegar a generar una corriente de hasta 43A.

El BTS7960 contiene dos transistores MOSFET de tipo P y N con un controlador IC en un solo paquete, lo cual permite la conexión de interfaz a un dispositivo externo de control, como lo puede ser un microcontrolador, ya que este cuenta con entrada de tipo lógico, ajuste de velocidad, generación de tiempo muerto y protección contra exceso de temperatura, sobretensión, baja tensión, sobrecorriente y corto circuito [12].

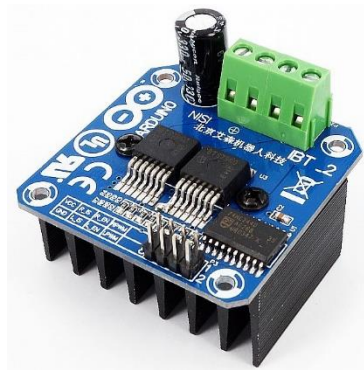


Figura 2.16. Módulo de Potencia BTS7906 [12].

2.2.6. S.O ANDROID

Android es un sistema operativo inicialmente pensado para teléfonos móviles, al igual que iOS, Symbian y Blackberry OS. Lo que lo hace diferente es que está basado en Linux, un núcleo de sistema operativo libre, gratuito y multiplataforma. El sistema permite programar aplicaciones en una variación de Java llamada Dalvik. El sistema operativo proporciona todas las interfaces necesarias para desarrollar aplicaciones que accedan a las funciones del teléfono (como el GPS, las llamadas, la agenda, etc.) de una forma muy sencilla en un lenguaje de programación muy conocido como es Java [13].

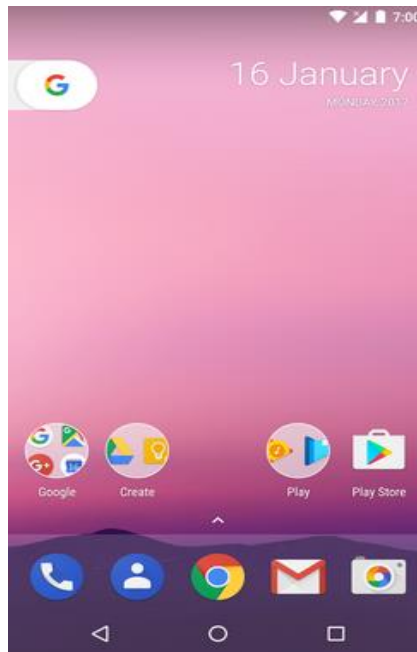


Figura 2.17. Interfaz de inicio de Android 8.0.0
“Oreo” [13].

2.2.6.1. CARACTERÍSTICAS

- ✓ Diseño del dispositivo: La plataforma es adaptable a pantallas de mayor resolución, VGA, biblioteca de gráficos 2D, biblioteca de gráficos 3D basada en las especificaciones del OpenGL ES 2.0 y diseño de teléfonos tradicionales.
- ✓ Conectividad: Soporta tecnología de conectividad GSM/EDGE, IDEN, CDMA, EV-DO, UMTS, Bluetooth, Wi-Fi, LTE, HSDPA, HSPA+, NFC y WiMAX, GPRS, UMTS y HSDPA+.
- ✓ Multi- táctil: Android cuenta con soporte base para equipos móviles con pantallas multi – táctiles.
- ✓ Soporte multimedia: Puede soportar los formatos más conocidos como JPEG, MP3, MPEG4, WAV, y otros formatos más.
- ✓ Mensajería: Las formas más comunes como SMS y MMS está disponibles además del servicio PushMessaging de Android.
- ✓ Vídeo llamada: Por medio de versión HoneyComb, Android soporta vídeo llamadas a través de Google Talk.
- ✓ Almacenamiento: Posee una base SQLite, la cual es utilizada para almacenamiento de datos.
- ✓ Soporte para hardware adicional: Android soporta cámaras de fotos, de vídeo, pantallas táctiles, GPS, acelerómetros, giroscopios, magnetómetros, sensores de proximidad y de presión, sensores de luz, gamepad, termómetro, aceleración por GPU 2D y 3D.

2.2.7. APP INVENTOR

Google App Inventor fue una aplicación de Google Labs para crear aplicaciones de software para el sistema operativo de Android. De forma visual ya a partir de un conjunto de herramientas básicas, el usuario enlazando una serie de bloques para crear la aplicación.

El sistema es gratuito y se puede descargar fácilmente desde la web. Las aplicaciones desarrolladas de App Inventor están limitadas por su simplicidad, aunque permiten cubrir un gran número de necesidades básicas en un dispositivo móvil. Además, nuestra herramienta basada en bloques facilita la creación de aplicaciones complejas de alto impacto en mucho menos tiempo que los entornos de programación tradicionales. El proyecto MIT App Inventor busca democratizar el desarrollo de software al permitir que todas las personas, especialmente los jóvenes, pasen del consumo de tecnología a la creación de tecnología.

Con Google App Inventor, se espera un incremento importante en el número de aplicaciones; y el Android Market, el centro de distribución de aplicaciones para Android donde cualquier usuario puede distribuir sus creaciones libremente [14].



Figura 2.18. Logo de la Aplicación APP Inventor [14].

2.2.8. MÓDULO BLUETOOTH

El módulo que utilizar para la comunicación Bluetooth entre el sistema de control del sensado de temperatura y una Tablet, celular o PC, es el módulo HC06 que a continuación se describirá:

El módulo Bluetooth HC-06 utiliza el protocolo UART RS 232 serial. Es ideal para aplicaciones inalámbricas, fácil de implementar con PC, microcontrolador o módulo Arduino. [15]

La tarjeta incluye un adaptador con 4 pines de fácil acceso para uso en Protoboard.

Los pines de la tarjeta correspondientes son:

- VCC
- GND
- RX
- TX

Además, posee un regulador interno que permite su alimentación de 3.6 a 6V.



Figura 2.19. Módulo Bluetooth HC-06 [15].

2.2.8.1. CARACTERÍSTICAS

- ✓ Módulo Bluetooth Slave HC-06
- ✓ Protocolo Bluetooth: Bluetooth especificación V2.0+EDR
- ✓ Frecuencia: 2.4Ghz ISM Band
- ✓ Rango de baudios ajustable: 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200.
- ✓ Default: Slave, 9600 baud
- ✓ Pin code :1234
- ✓ Distancia Bluetooth: 10 metros

EL Módulo HC-06 tiene dos estados los cuales es importante conocer:

Modo AT(Desconectado)

- Entra a este modo tan pronto alimentas el módulo, y cuando no se ha establecido una conexión bluetooth con ningún otro dispositivo
- EL LED del módulo está parpadeando (frecuencia de parpadeo del LED es de 102ms)
- En este modo es cuando se debe enviar los comandos AT en caso se quiera configurar, si se envían otros datos diferente a los comandos AT el HC-06 los ignorará.

Modo conectado

- Entra a este modo cuando se establece una conexión con otro dispositivo bluetooth.
- El LED permanece prendido sin parpadear
- Todos los datos que se ingresen al HC-06 por el Pin RX se transmiten por bluetooth al dispositivo conectado, y los datos recibidos se devuelven por el pin TX. La comunicación es transparente
- En este Modo el HC-06 no puede interpretar los comandos AT

EL módulo Bluetooth HC-06 viene configurado de fábrica como Esclavo y no se lo puede cambiar, pero otras características si las podemos configurar usando

comandos AT, estas características vienen por defecto con valores ya mencionados en el apartado anterior.

2.2.8.2. CONEXIÓN DEL MÓDULO BLUETOOTH A LA CON EL MICROCONTROLADOR

Para la comunicación entre nuestro módulo Bluetooth HC-06 y Arduino, primero debemos de conectar la alimentación del módulo a 3.3V, luego debemos buscar el dispositivo Bluetooth ya sea con PC o con un celular, el módulo será encontrado con el nombre “HC - 06”.

Ahora debemos configurar nuestro Módulo, el HC – 06 se puede configurar por medio de comandos AT, y los valores que podemos modificar son el nombre de dispositivo, la contraseña (PIN) para realizar la conexión y el baudrate. Para que los comandos AT funcionen el módulo no debe estar apareado con el dispositivo maestro, debe ser configurado por medio de un microcontrolador o mediante un convertidor USB-serial y la terminal serie en una PC. [15]

Comunicación entre la PC y el módulo de forma indirecta a través de un Arduino.



Figura 2.20. Esquema de comunicación entre la Pc, y el módulo bluetooth por medio del Arduino [15].

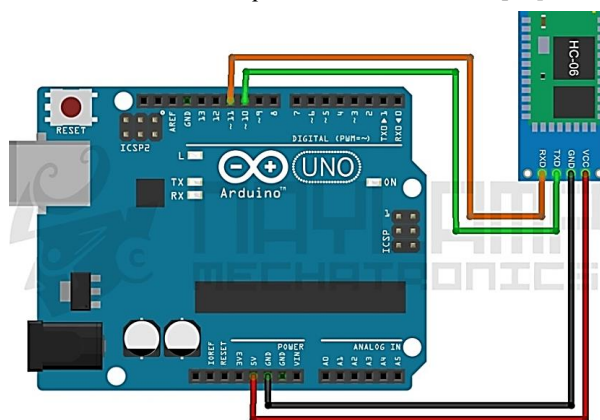


Figura 2.21. Diagrama de Conexión del módulo bluetooth a la placa Arduino [15].

Comunicación entre la PC y el módulo de forma Directa usando un conversor USB – Serial:

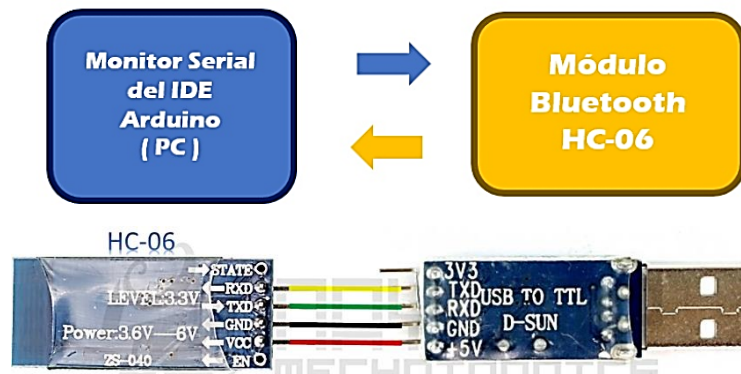


Figura 2.22. Diagrama de Conexión del Módulo Bluetooth por medio del conversor USB- Serial. [15]

Una vez hecho las configuraciones y conexión correspondientes, abrimos el Monitor serial del IDE de Arduino, pero puedes usar cualquier otro monitor serial si lo deseas.

En la parte inferior debemos escoger “No hay fin de línea” y la velocidad “9600 baud” (la velocidad por defecto de nuestro HC-06, si se lo ha cambiado poner la velocidad correspondiente)

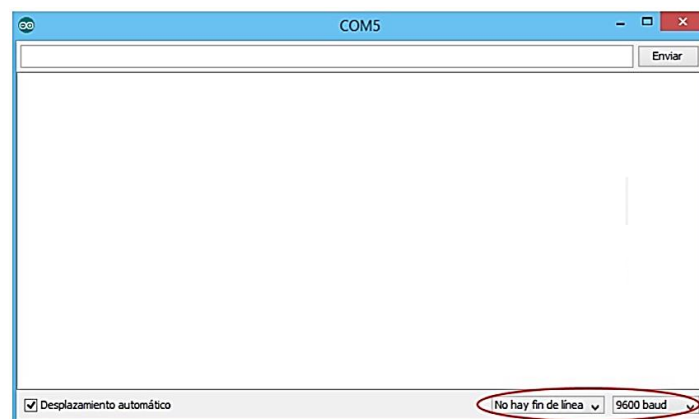


Figura 2.23. Configuración del IDE Arduino, para la comunicación con el módulo Bluetooth [15].

Realizado esto podemos empezar a enviar los comandos AT a nuestro Bluetooth

Test de Comunicación

- Lo primero es comprobar si nuestro bluetooth responde a los comandos AT

Enviar: AT

Recibe: OK

Si recibimos como respuesta un OK entonces podemos continuar, sino verificar las conexiones o los pasos anteriores.

Cambiar nombre de nuestro módulo HC - 06

➤ Por defecto nuestro módulo bluetooth se llama “HC-06” o “Linvor” esto se puede cambiar con el siguiente comando AT

Enviar: AT+NAME<Nombre> Ejm: AT+NAMERobot

Respuesta: OKsetname

El nombre puede ser de hasta 20 caracteres como máximo

➤ Cambiar Código de Vinculación

Por defecto viene con el código de vinculación (Pin) “1234”, para cambiarlo hay que enviar el siguiente comando AT

Enviar: AT+PIN<Pin> Ejm: AT+PIN1465

Respuesta: OKsetPIN

➤ Configurar la velocidad de comunicación

La velocidad por defecto es de 9600 baudios, para cambiarlo se hace uso del siguiente comando AT:

Enviar: AT+BAUD<Numero>

Respuesta: OK<baudrate>

Donde <Numero> equivale a una velocidad de <baudrate> , los valores pueden ser:

Numero---baud rate

1 -----1200

2 -----2400

3 -----4800

4 -----9600

5 -----19200

6 -----38400

7 -----57600

8 -----115200

9 -----230400

A -----460800

B -----921600

C -----1382400

Ejemplo:

Enviar: AT+BAUD3

Respuesta: OK4800

Se debe tomar en cuenta que el baudrate máximo que maneja una Pc es 115200, por lo que si estás configurando tu módulo por medio de esta y escoges un baudrate mayor a 115200 perderás la comunicación completamente con el dispositivo. Si la velocidad no es primordial en tu diseño podemos manejar una velocidad entre 9600 y 115200 como máximo.

2.2.9. FRITZING

Fritzing es una aplicación de código abierto de automatización de diseño electrónico que busca ayudar a diseñadores y artistas para que puedan pasar de prototipos (usando, por ejemplo, placas de pruebas) a productos finales.

Fritzing fue creado bajo los principios de Processing y Arduino, y permite a los diseñadores, artistas, investigadores y aficionados documentar sus prototipos basados en Arduino y crear esquemas de circuitos impresos para su posterior fabricación. Además, cuenta con un sitio web complementario que ayuda a compartir y discutir bosquejos y experiencias y a reducir los costos de fabricación [16].

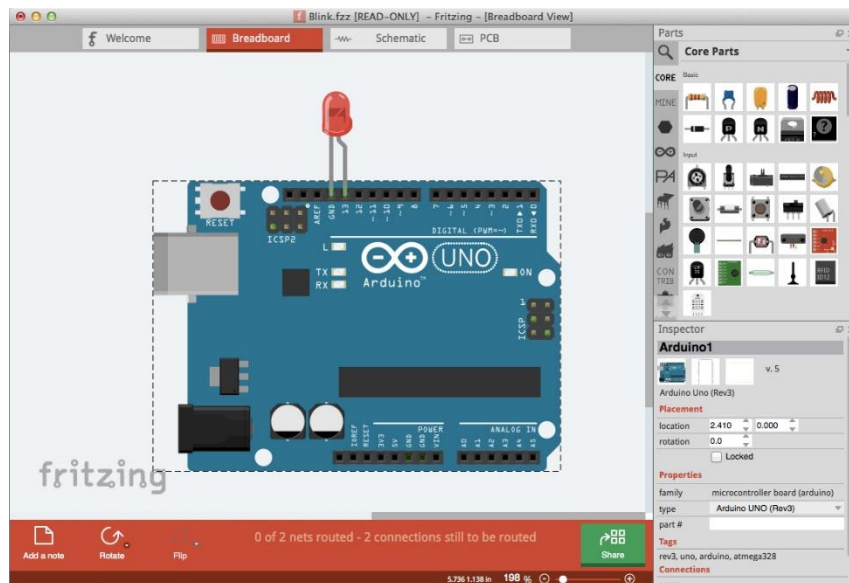


Figura 2.24. Interfaz de la Aplicación Fritzing [16].

2.3. GLOSARIO DE TÉRMINOS BÁSICOS

Climatización.- Consiste en crear unas condiciones de temperatura, humedad y limpieza del aire adecuadas para la comodidad dentro de los espacios habitados.

Confort térmico. - Se puede decir que existe confort térmico o sensación neutra respecto al ambiente térmico, cuando las personas no experimentan sensación de calor ni frío; es decir, cuando las condiciones de temperatura, humedad y movimiento del aire son favorables a la actividad que desarrollan.

Efecto Seebeck. - Es la de producción de electricidad a partir del contacto entre dos metales diferentes, dos semiconductores, o un metal y un semiconductor, que se hallen en un mismo circuito, debido a la diferencia de temperatura entre ellos.

Efecto Peltier. - Es la producción o absorción de calor, originado por el paso de una corriente a través del contacto de dos metales o de un metal y un semiconductor.

Baudio. - (en inglés *baud*) es una unidad de medida utilizada en telecomunicaciones, que representa el número de símbolos por segundo en un medio de transmisión digital.

Microclima. - es un clima local de características distintas a las de la zona en que se ubica. El microclima es un conjunto de patrones y procesos atmosféricos que caracterizan un entorno o ámbito reducido.

2.4. HIPÓTESIS

Será posible diseñar e implementar un sistema de climatización automatizado para personas con discapacidades físicas.

CAPÍTULO III

III. MARCO METODOLÓGICO

Teniendo en cuenta lo adoptado en el proyecto de tesis, se deberá considerar:

3.1. ENFOQUE Y DISEÑO

Este proyecto tendrá un enfoque cuantitativo experimental.

3.2. SUJETOS DE LA INVESTIGACIÓN

El presente proyecto está enfocado en el desarrollo de un sistema térmico para personas de bajo recursos que tengan alguna discapacidad física y se encuentren en lugares donde la temperatura no sobrepase los 30°C y sean mayores a los 15°C.

3.3. MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS

3.3.1. ANÁLISIS DEL SISTEMA Y DETERMINACIÓN DE REQUERIMIENTOS

Mediante investigaciones realizadas sobre las características del proceso actual, se conocen las características con las cuales debe contar el sistema automatizado:

_La temperatura promedio en el día registrada en la ciudad de Piura, varía entre los 17°C y 31°C, siendo esta menor por las noches y mayor durante el mediodía [17].

_Durante las temperaturas frías, la temperatura ideal de un sistema de calefacción es a 20°C, mientras que, durante periodos calientes, la temperatura ideal de un sistema de enfriamiento es a 25°C.

_El cuerpo humano puede percibir variaciones de temperatura que fluctúan entre 0.2°C y 5°C, dependiendo de la velocidad a la que cambie la temperatura del agua, siendo esta velocidad entre 0.1°C/s y 0.5°C/min, mientras las lento se realice el cambio mayor debe ser la diferencia de temperatura para que la piel humana pueda percibirla [18].

_Para lograr la temperatura deseada se hará uso de una celda Peltier la cual, dependiendo de la polaridad de alimentación e intensidad de la corriente, generará una diferencia de temperatura entre sus caras, en la que una de ellas se calentará y la otra se enfriará. Con los datos recolectados hasta el momento propondremos

un rango de trabajo para la Celda Peltier, 10°C como mínimo y 40°C como máximo

_Se implementará un control digital sobre la Celda Peltier que nos permitirá registrar a cada momento la temperatura en el tiempo real, por ello se necesitará también un transductor de temperatura correctamente seleccionado y posicionado sobre la cara de la celda a controlar.

_A través del desarrollo de una interface usuario – máquina, el usuario podría controlar de manera sencilla, la temperatura deseada del todo el sistema térmico. Se debe contar con una fuente de alimentación la suficiente capacidad para poder energizar todo el sistema.

3.3.1.1. EL MICROCONTROLADOR

Para poder elegir un microcontrolador lo primero que debemos tener en cuenta es que tipo de proyecto vamos a implementar, ello nos dará una idea de cuantos pines digitales y analógicos necesitaremos para nuestro proyecto. Este primer hincapié nos permitirá descartar algunas placas simples que no tengan suficientes pines para nuestro proyecto, o al contrario descartar las de mayor numero de pines para reducir los costes.

En segundo lugar, debemos de tener en cuenta la memoria flash de nuestra placa, para ello podemos deducir el tamaño de nuestro código que vamos a generar para nuestros sketches. A medida que tengamos un programa muy largo, en donde intervienen muchas constantes y muchas variables estás demandará una mayor cantidad de memoria flash para su almacenamiento.

Otro punto para tener en cuenta es la memoria RAM, ya que es la encargada de cargar los datos para su inmediato procesamiento, pero no es uno de los mayores problemas debido a que nosotros analizaremos la temperatura ambiente, que es una variable “lenta” y no requiere de un rápido procesamiento.

Por último, en cuanto al voltaje de alimentación, no importa demasiado ya que en muchos casos estas placas suelen alimentarse con una tensión de 5V y en nuestro proyecto se está estimando el uso aproximado de una fuente de 12Vdc.

Para esta aplicación se requiere de 5 puertos de entrada

_Sensores de temperatura para la salida del agua, y medir la temperatura del ambiente, al igual que el Peltier.

_Entrada de datos del módulo Bluetooth.

Para esta aplicación se requiere de 9 puertos de salidas.

_Para el control de los actuadores como Celda Peltier, ventilador, y bomba de agua.

_Dos Leds indicadores del estado de temperatura ambiente.

Teniendo en cuentas estos principales puntos de selección, hemos elegido a **Arduino NANO** para el diseño e implementación de nuestro proyecto.

3.3.1.2. CELDA PELTIER SELECCIONADA

En la selección de nuestra Celda Peltier tomaremos como base la hoja de datos de la empresa HEBEI, ya que se tiene a disposición dichas celda Peltier.

Para nuestro proyecto hemos optado por la el modelo CP 12706, el cual abarca características necesarias para el rango de temperatura planteado anteriormente, entre ellos podemos observar que cuenta con una diferencia de temperatura máxima de 68°C, dicha celda consume una corriente máxima de 6.4 A cuando se conecta a una tensión máxima de 15.4, produciendo un desplazamiento de calor máximo de 63.0 W.

Catalog Number	Th = 25°C				N	Dimensiones (mm)		
	Qmax (Watts)	Imax (Amps)	Vmax (Volts)	Tmax (°C)		A	B	C
TEC1-12703	38.0	3.3	15.4	68	127	40	40	4.7
TEC1-12704	40.0	4.3	15.4	68	127	30	30	3.3
TEC1-12706	63.0	6.4	15.4	68	127	40	40	3.9
TEC1-12707	75.5	7.4	15.4	66	127	40	40	3.5
TEC1-12710	100.0	10.5	15.4	68	127	40	40	3.3
TEC1-12715	180.0	15.6	15.4	80	127	40	40	3.8
TEC1-12730	350.0	30.7	15.4	90	127	62	62	3.9

Tabla 3.1. Especificaciones técnicas de la empresa HEBEI Lta

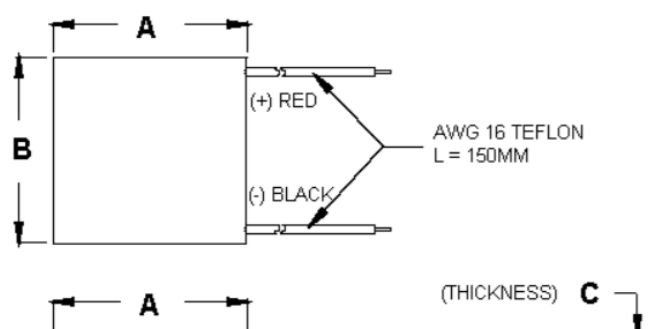


Figura 2.25. Dimensiones físicas de la Celda Peltier TEC1-12706

[18].

3.3.1.3. REQUERIMIENTOS DEL SENSOR DE TEMPERATURA

Como hemos mencionado anteriormente en nuestro marco teórico para realizar la elección del sensor adecuado se debe tener en cuenta diversos factores, tales como temperatura máxima y mínima requerida, costo precisión:

_Rango de temperatura: 10-40°C

_Precisión igual o mayor a $\pm 1^\circ\text{C}$

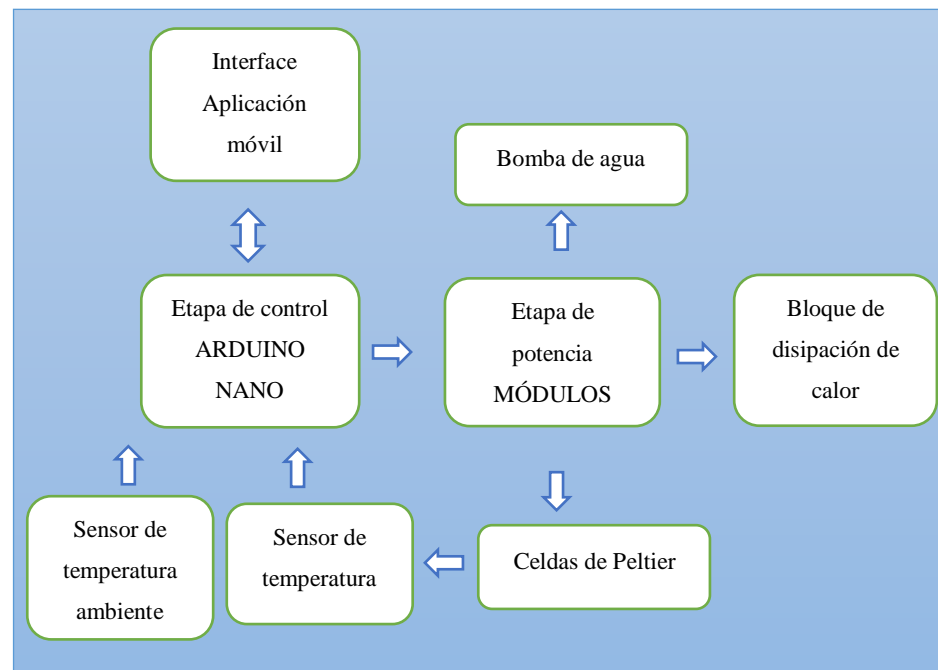
Sensor	Temperatura mínima	Temperatura máxima	Velocidad de respuesta	Desventajas	Ventajas
Termistor	-15	115	Alta	_Frágiles _Inestables a altas temperaturas _No son lineales _Caro	_Respuesta rápida _Muy sensibles _Robusto _Precisos
RTD	-150	600	Alta	_Caro _Precisa fuente de alimentación _Lento	_Estable _Lineal
LM35	-55	150	Alta	_Lento _Precisa fuente de alimentación	_Económico _Lineal _Alto rendimiento
Termopar	-250	1250	Alta	_No lineal _Inestable _Poca sensibilidad	_Robusto _Sensible _Amplia variedad de formas físicas.
Termocupla	-150	1500	Alta	_No lineal _Requiere una referencia _Poca sensibilidad	_No requiere alimentación _Económico _Rango elevado

Tabla 3.2. Características de diferentes tipos de sensores de temperatura [Elaboración propia].

Por satisfacer las características mencionadas se usará el sensor LM35 (sensor integrado) por las siguientes razones:

- ❖ Respuesta Lineal
- ❖ Fácil acondicionamiento de señal
- ❖ Bajo costo
- ❖ Precisión de 0.5°C
- ❖ Rango de temperatura -55°C a 150°C

3.3.2. DISEÑO DEL HARDWARE



*Figura 2.26. Diagrama de bloques de los subsistemas y su interrelación.
[Elaboración propia].*

3.3.2.1. DISEÑO DEL CHALECO TÉRMICO

Nuestros primeros pasos en el diseño de un sistema térmico fue buscar la mejor manera de poder transferir el frío o calor generado por la celda Peltier al cuerpo de la persona.

Iniciamos con colocar la celda Peltier de manera directa sobre la piel de la persona. En unos segundos de prueba resultaba ser satisfactorio porque generaba rápidamente el calor o frío deseado, pero luego la celda Peltier al no tener un disipador en la otra cara que ayude a aumentar el diferencial de temperatura, esta terminaba recalentando, y en ocasiones hasta dañándose.

Al colocarle a la celda Peltier un sistema de disipación, y probarlo sobre la piel, su funcionamiento era muy satisfactorio, pero el peso y su tamaño del disipador lo hacían que este genere incomodidad al usuario, además que era complejo de acoplarlo a una prenda.

Por último, nos propusimos a diseñar un sistema de tuberías delgadas acopladas a un chaleco por donde circulará agua fría o caliente, la temperatura del agua será entregada por la celda Peltier.

Se optó por el uso de un chaleco con cremallera frontal, porque permite facilitar el vestir del usuario

Manguera de conducción del líquido

En el proceso de diseño se probó con dos clases de tuberías. Tuberías de Cobre de 1/4" y Tubería de plástico 1/4".



***Figura 3.1.** Tuberías de Cobre de 1/4".*



***Figura 3.2.** Mangueras de plástico de 1/4".*

Las tuberías de cobre delgadas ofrecen una excelente conducción térmica, pero al aplicarse al traje los vuelven muy rígido e incómodo. Se trató de usar tuberías más delgadas (1/8 ") pero al tener una abertura pequeña ofrecían una gran resistencia al paso del líquido por lo que la bomba pequeña de agua carecía de la fuerza suficiente para empujar el líquido.



***Figura 27.** Diseño serpentín de una tubería de Cobre.*

Las mangueras de plástico ofrecen una excelente comodidad al traje por ser flexibles, pero su gran desventaja se enfoca en que su conductividad térmica es menor que la del cobre.

Se optó por el uso de mangueras plásticas y se le acoplo al chaleco.



Figura 3.3. Diseño serpentín de la manguera de plástico acoplada al chaleco.

Estructura de metálica

Estructura metálica del sistema térmico, está construida en base a Aluminio, para que ofrezca una mayor rigidez, dureza y resistencia.



Figura 3.4. Imagen de la Estructura metálica del Sistema Térmico.



Figura 3.5. Imagen de la parte Inferior de la Estructura metálica del sistema Térmico. (Aquí se encuentra el disipador de Aluminio).

3.3.2.2. ETAPA DE CONTROL

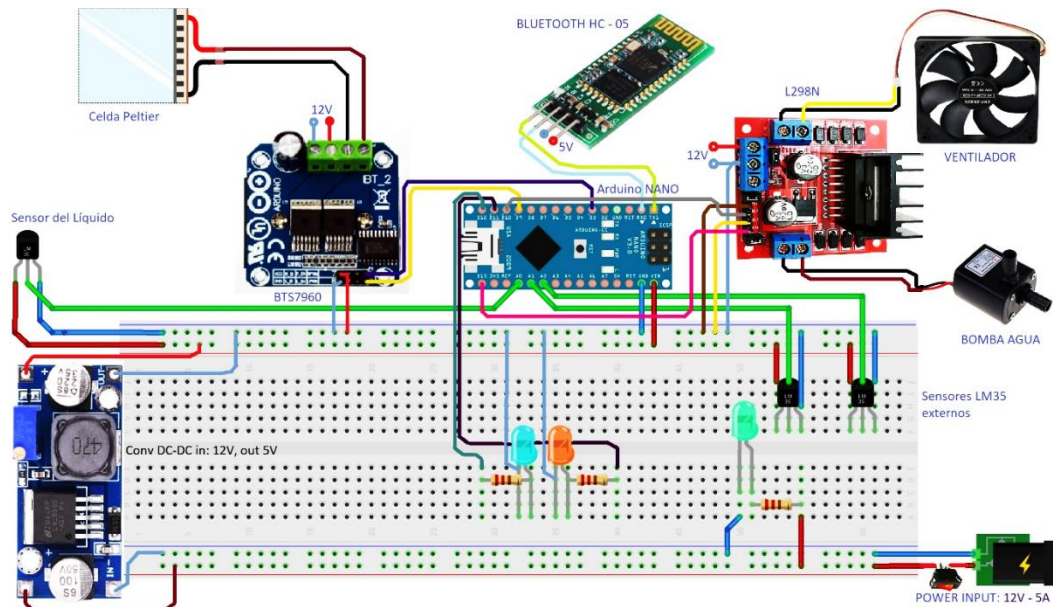
Hoy en día se conocen diferentes tipos de control digital, de lo cual los más utilizados son el PID, PI, PD, y el control ON-OFF. En nuestro proyecto se optó por elegir el control ON-OFF por los siguientes puntos:

Nuestra Celda Peltier, es un dispositivo que no mantiene una temperatura constante entre sus caras de acuerdo con la corriente que circula en el interior de ella, existen fluctuaciones de la temperatura ambiente y factores adicionales como la transferencia de frío o calor de la celda a cuerpos adyacentes (el presente dispositivo va a ir en contacto con un envase de aluminio). Es por ello que para obtener un modelo matemático exacto de transferencia de calor resulte complicado, tornándose tedioso y poco fiable para hallar los parámetros correctos en un algoritmo PID.

Para controlar la celda Peltier se le alimentará con una tensión constante, el cual al invertir la polaridad de la tensión invertirá también la polarización de la celda. La temperatura requerida que se desea alcanzar en la celda Peltier se hará realizando el control ON – OFF sobre los flancos de subida y bajada en la tensión, manteniendo de este modo la temperatura adecuada.

3.3.2.3. DISEÑO DEL CIRCUITO

A lo largo de nuestro proyecto se realizaron diferentes diseños, con el fin de buscar la mejor manera de que nuestro sistema tenga el mínimo de interferencias electromagnéticas, y brinde una adecuada estabilidad.



*Figura 3.6. Imagen que muestra las conexiones entre los componentes del sistema térmico.
Diseño realizado en Fritzing.*

DESCRIPCIÓN DEL CIRCUITO

Comenzaremos a detallar los principales componentes de nuestro circuito y la función que cumplen cada uno de ellos.

PUERTO DE ALIMENTACIÓN

Nuestro circuito es alimentado por una fuente de 12Vdc – 5A, que se conecta por medio del puerto hembra 5.5*2.1mm.

Switch general

El switch principal, nos permitirá encender y apagar de manera física todo el sistema térmico.

LEDS INDICADORES

Led Verde. - este dispositivo nos indicará la presencia de energía eléctrica en nuestro sistema, se encuentra conectado directamente al puerto de entrada a través de una resistencia de 370 ohm.

Led Azul. - nos indicará el momento en que nuestro sistema térmico detecte una temperatura por debajo del umbral pre establecido.

Led Naranja. - nos indicará el momento en que nuestro sistema térmico detecte una temperatura por encima del umbral pre establecido.

MÓDULO LM2596 CONVERTIDOR DE VOLTAJE DC-DC

Este circuito nos permite obtener un voltaje regulado a partir de una fuente de alimentación con mayor voltaje, en nuestro caso reduciremos el voltaje de entrada de 12

Voltios a 5 Voltios que serán usado para alimentar a nuestro Arduino, sensores LM35, módulo bluetooth, y Leds (Azul y Naranja).

Este módulo está basado en el Regulador DC-DC Step Down LM2596 que es un circuito integrado monolítico adecuado para el diseño fácil y conveniente de una fuente de conmutación tipo buck. Es capaz de conducir una corriente de hasta 3A. Maneja una carga con excelente regulación de línea y bajo voltaje de rizado. Este dispositivo está disponible con voltaje de salida ajustable. El módulo reduce al mínimo el uso de componentes externos para simplificar el diseño de fuentes de alimentación.

El módulo convertidor LM2596 es una fuente de alimentación conmutada, así que su eficiencia es significativamente mayor en comparación con los populares reguladores lineales de tres terminales, especialmente con tensiones de entrada superiores.

SENSORES LM35

LM35 Externo. – estos nos permitirán medir la temperatura del medio en el que se encuentra nuestro paciente.

LM35 Peltier. – este sensor medirá la temperatura de una de las caras de la Celda Peltier, que se encuentra en contacto con el envase de aluminio.

LM35 del Líquido. – este sensor nos permitirá medir la temperatura del líquido que se encuentra en el envase de aluminio y por el cual será calentado o enfriado por nuestra Celda Peltier.

MICROCONTROLADOR ARDUINO NANO

Nuestro microcontrolador, es el que se encargará de analizar y procesar los datos de entrada y salida de todo nuestro sistema térmico, es alimentado con 5 Voltios, y será controlado de manera inalámbrica por nuestra aplicación móvil.

MÓDULO DE POTENCIA BTS 7960

Este módulo nos permitirá controlar a través de una señal PWM, enviada desde nuestro Arduino a nuestra Celda Peltier.

Es alimentado por una tensión de 12 Voltios y consume en promedio 4 Amperes.

Configuración de sus terminales:

- Los terminales VCC, R_IS, L_IS, están conectados a 5 Voltios (pueden ser conectados a nuestro Arduino o a una fuente externa).
- El terminal GND, se conecta al terminal GND de nuestro Arduino.
- Terminal RPWM, se encuentra conectado al pin PWM 3 de nuestro Arduino.
- Terminal LPWM, se encuentra conectado al pin PWM 6 de nuestro Arduino.

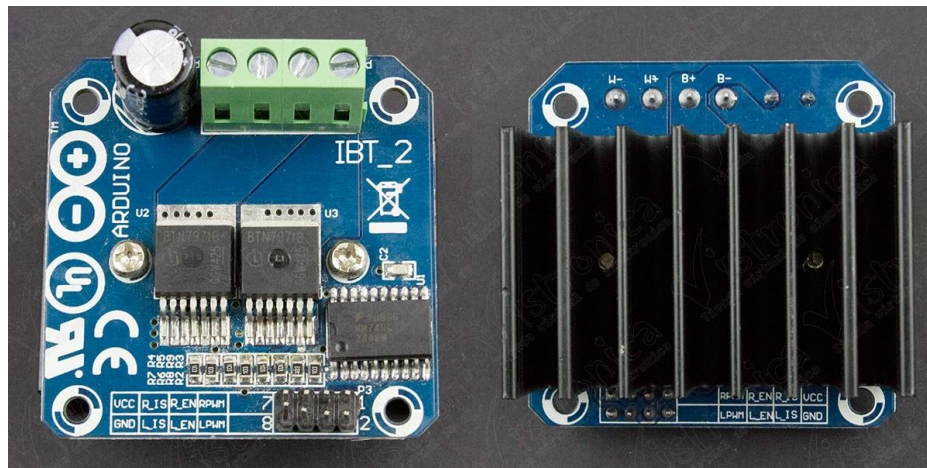


Figura 3.7. Imagen Frontal y Posterior del Módulo BTS 7960.

Nota: Para la alimentación de la Celda Peltier, se ha optado por la configuración en el módulo de M+ al cable positivo y M- al cable negativo de la Celda, lo cual nos garantiza que al activarse nuestro pin RPWM, y al estar en bajo el pin LPWM, nuestra Celda Peltier comenzará a enfriar, la cara que está en contacto con el recipiente de aluminio; de ser lo conectado de manera inversa, la Celda generará calor.

CELDA PELTIER TEC1-12706

Este dispositivo es el que se encargará de brindar frío o calor a nuestro sistema. Trabaja a un Voltaje máximo de 12Vdc y puede llegar a consumir 4 Amperios.

MÓDULO DE POTENCIA L298N

Este dispositivo se encarga de controlar la velocidad de trabajo del Ventilador, y la bomba pequeña para agua.

Veamos la configuración de sus pines.

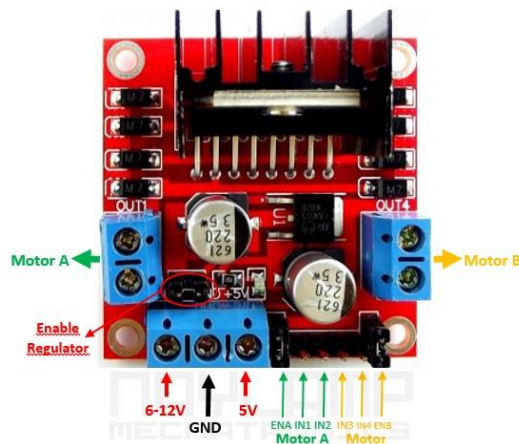


Figura 3.8. Descripción de los terminales del módulo L298N.

Entrada 6-12V. – Pin de voltaje de entrada, trabajaremos a un voltaje de 12V.

Entrada GND. – Pin Tierra, aquí conectaremos tanto la tierra de nuestra fuente de alimentación como también la tierra de nuestro Arduino Nano. De lo contrario se comportará como circuito abierto y no funcionará.

Pin IN1 e IN2. – Estos pines de entrada PWM se encargarán de controlar al ventilador; hemos tomado como Pin de control al IN1, dejando a IN2 en bajo (0 lógico), ya que sólo se requiere controlar nuestro ventilador en un solo sentido de giro.

Pin IN3 e IN4. -Estos pines de Entrada PWM, se encargarán de controlar a la pequeña bomba para agua, tomando como Pin de control al IN4, y colocando en bajo a IN3.

Pin ENA y ENB. - Estos pines, contarán con un jumper cada uno para habilitar las dos salidas de los motores, en caso de que sólo se desee habilitar solamente una de ellas, se puede hacer retiro del jumper correspondiente.

Salida Motor A. – La conexión de salida irá conectado al Ventilador, conectando el positivo del ventilador al Out1 del módulo y el negativo al Out2.

Salida Motor B. – La conexión de salida irá conectado a la bomba, conectando el positivo de la bomba al Out4 del módulo y el negativo al Out3.

VENTILADOR

EL ventilador se encargará de disipar el calor generado por la Celda Peltier, manteniéndola, a una temperatura estable. Variará su velocidad de trabajo conforme varié la potencia de trabajo del Peltier.

Se debe tener en cuenta que nuestro ventilador, trabaje de manera adecuada, que sus aspas giren correctamente, ya que una mala disipación generará un sobrecalentamiento en Peltier por lo que tenderá a averiarse internamente y dejar de funcionar por completo.

BOMBA PARA AGUA 12V DC

Mini Bomba de Agua, rotor permanente sin escobillas y sin no requiere mantenimiento. Estator y la placa de circuito se encuentra sellado por resina epoxídica.

Puede trabajar tanto en Tierra como sumergido en agua. Su tamaño pequeño de alta eficiencia, de bajo consumo, y bajo ruido (menos de 35db).

Puede bombear aproximadamente 240 Litros de agua, hasta una elevación de 3 metros.

Esta mini bomba pequeña para agua, se encargará de transportar el agua refrigerada y enviarla al traje.

MÓDULO BLUETOOTH HC – 06

El módulo Bluetooth HC-06 se comporta como esclavo, esperando peticiones de conexión, Si algún dispositivo se conecta, el HC-06 transmite a este todos los datos que recibe del Arduino y viceversa.

Ahora daremos mención sobre la configuración de pines de nuestro módulo:

- **Vcc**, Voltaje positivo de alimentación, aquí hay tener cuidado porque hay módulos que solo soportan voltajes de 3.3V, pero en su mayoría ya vienen acondicionados para q trabajen en el rango de 3.3V a 6V pero es bueno revisar los datos técnicos de nuestro módulo antes de hacer las conexiones.

- **GND**, Voltaje negativo de alimentación, se tienen que conectar al GND del Arduino o al GND de la placa que se esté usando.

- **TX**, Pin de Transmisión de datos, por este pin el HC-06 transmite los datos que le llegan desde la PC o Móvil mediante Bluetooth, este pin debe ir conectado al pin RX del Arduino.

- **RX**, pin de Recepción, a través de este pin el HC-06 recibirá los datos del Arduino los cuales se transmitirán por Bluetooth, este pin va conectado al Pin TX del Arduino.

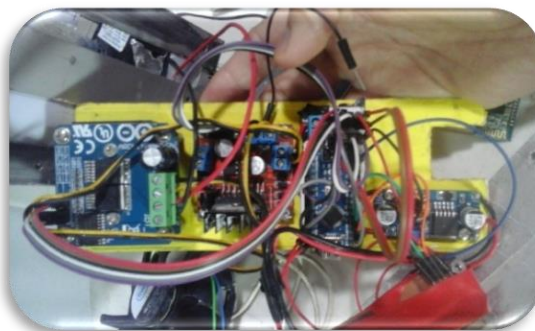


Figura 3.9. Imagen del circuito general del sistema Térmico.

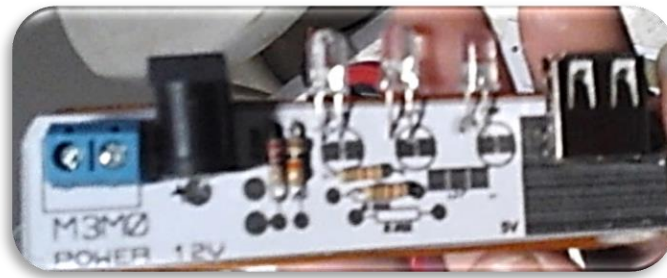
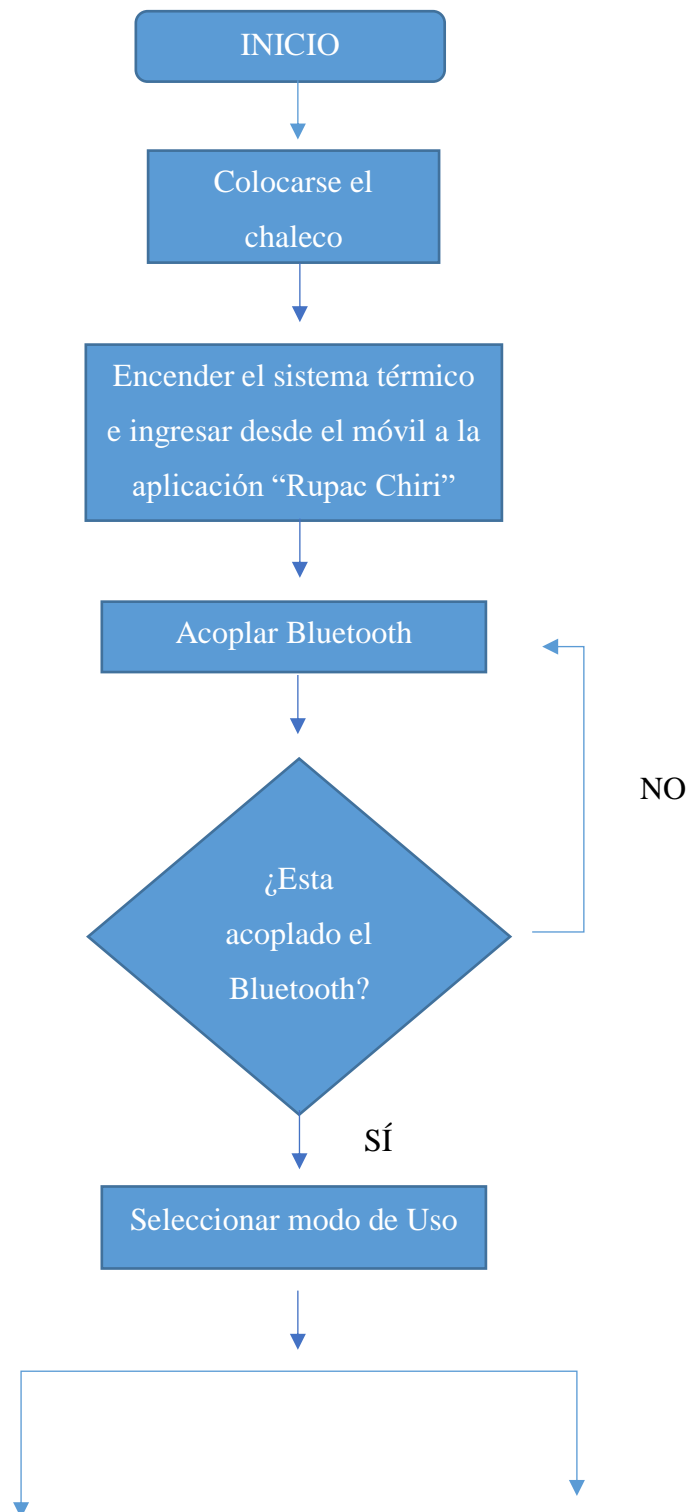


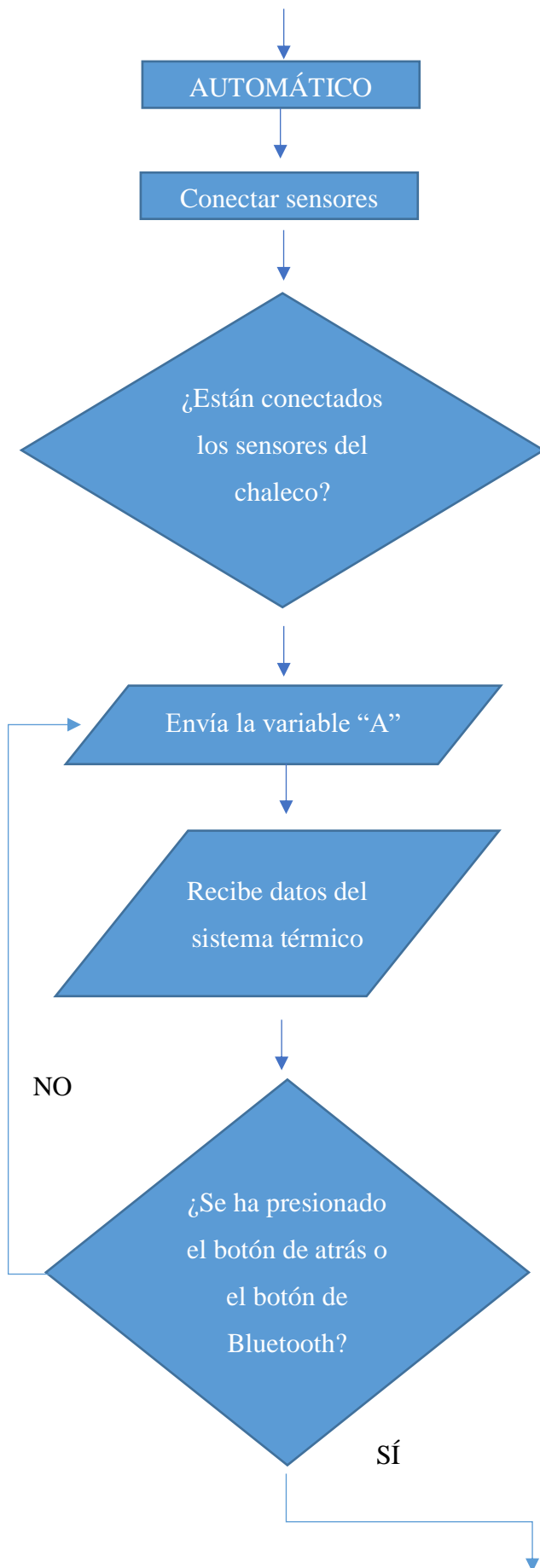
Figura 3.10. Imagen del circuito de conexión de la fuente principal, diodos indicadores, conexión de sensores externos.

3.3.3. DISEÑO DEL SOFTWARE

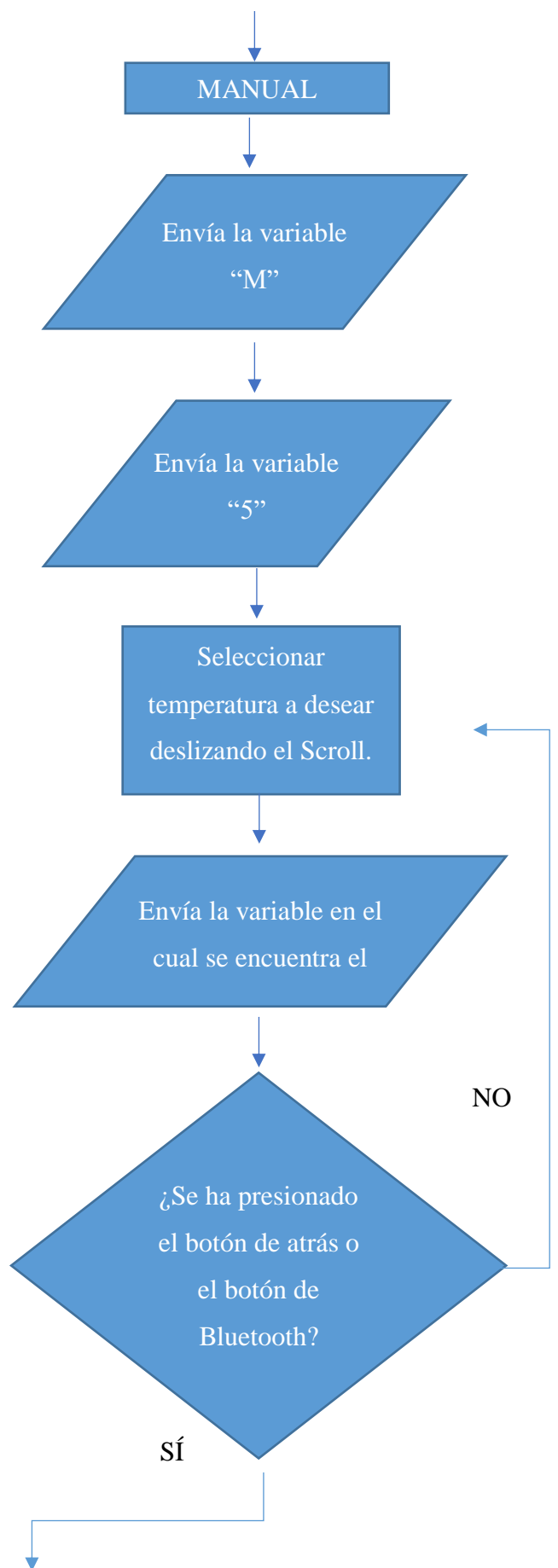
3.3.3.1. DIAGRAMA DE FLUJO GENERAL

El diagrama de flujo nos muestra el proceso general que efectúa nuestro sistema para controlar la temperatura corporal. El sistema térmico se controlará por medio de un dispositivo móvil a través de Bluetooth. Se ha diseñado una aplicación para el dispositivo móvil en el software de App Inventor, que enviará comandos por medio de Bluetooth; el sistema térmico lo recepciona a través del módulo HC -05 y el Arduino se encarga de procesar la tarea a realizar.





43



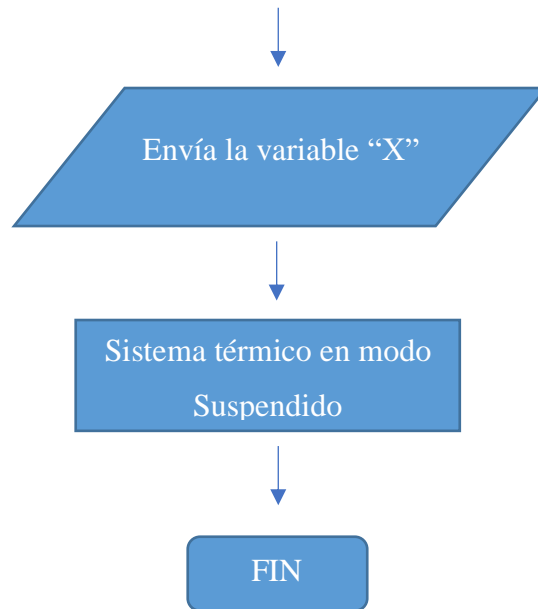


Figura 3.11. Diagrama de flujo general del Sistema Electro-térmico.

3.3.3.2. DISEÑO DE LA INTERFAZ EN APP INVENTOR

El diseño de nuestra app permitirá al usuario controlar la temperatura de nuestro sistema térmico de manera sencilla, y rápida. Para ello primero se tendrá que vincular el Módulo Bluetooth con nuestro teléfono móvil o tableta, luego proceder a abrir la aplicación “RUPAC CHIRI” y conectar el Bluetooth

Pantalla de Bienvenida de la Aplicación “**RUPAC CHIRI**”.

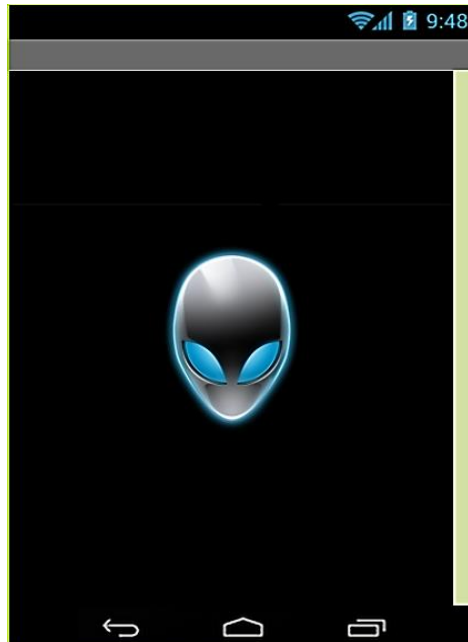


Figura 3.12. Interfaz de la pantalla de Bienvenida de nuestra Aplicación “Rupac Chiri”.

Pantalla de Inicio de la aplicación “RUPAC CHIRI”



Figura 3.13. Interfaz de Inicio de nuestra Aplicación “Rupac Chiri”.

MODO AUTOMÁTICO

Al hacer clic sobre el botón “Iniciar” o “Automático” (“ButtonMenu1”), nuestro sistema térmico encenderá de modo automático, en donde nuestra aplicación habilita el temporizador “Clock Sens”, que empezará a enviar la variable de texto “A” hacia el Arduino y este reaccionara enviando los datos de los sensores que se encuentran en el chaleco y el sistema.



Figura 3.14. Interfaz en modo “Automático”.

MODO MANUAL

Para ingresar a modo Manual, se debe presionar el botón “Manual” (“ButtonMenu2”). Aquí nuestra aplicación enviará la variable de temperatura en la que deseamos que se encuentre nuestro líquido, para ello seleccionamos la temperatura deseada con el Scroll.



Figura 3.15. Interfaz en modo “Manual”.

MODO SUSPENDIDO

Para poner nuestro sistema en modo reposo, o deseamos configurar nuevamente el Bluetooth, seleccionamos el botón Bluetooth (“ButtonMenu3”). Este enviará la variable “X”, hacia el Arduino.



Figura 3.16. Interfaz en modo “Suspendido”.

CAPÍTULO IV

IV. ANÁLISIS ECONÓMICO

El presente proyecto ha sido financiado con fondos propios. A continuación, mostraremos un análisis detallado sobre los gastos económicos realizados para el desarrollo del presente proyecto.

4.1. COSTO DE COMPONENTES ELECTRÓNICOS

COMPONENTES ELECTRÓNICOS	CANTIDAD	PRECIO/UNIDAD (S/.)	TOTAL (S/.)
Placa Arduino Nano	1	20	20
Celda de Peltier 12V	1	32	32
Motobomba de 12v	1	30	30
Driver 298N	1	25	25
Driver BTS 7960	1	60	60
Fuente de Poder 230W/530 Output 12V 5A	1	30	30
Resistencias	5	0.5	2.5
Cable apantallado	1	2	2
Baquelita de Fibra de Vidrio	1	10	10
Leds	3	1	3
Jumpers	30	0.3	9
Conector USB Hembra	1	2	2
LM35	3	7	21
Regulador de Voltaje 5V	1	17	17
Cable Flexible 24AVG(m)	2	2	4
Cable Flexible (m)	2	0.5	1
Acido para circuitos	1	5	5
Espadines	2	1	2
Molex	1	1	1
Conector tipo punta hembra 12V	1	2	2
Modulo Bluetooth HC06	1	30	30

Papel fotográfico	1	1	1
Conector USB Macho	1	2	2
Ventilador 12V	1	5	5
Otros		20	20
		TOTAL(S/.)	336.5

Tabla 3. Descripción de Costos y Componentes Electrónicos usados en el proyecto [Elaboración propia].

4.2. COSTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA MAQUETA

MATERIALES O SERVICIOS	CANTIDAD	PRECIO/UNIDAD (S/.)	TOTAL (S/.)
Disipador de Aluminio	1	20	20
Varilla de Aluminio tipo L (2m)	1	20	20
Plancha de Acrílico(30cmx30cm)	1	20	20
Cinta de Aluminio	1	10	10
Pegamento Epoxi	1	25	25
Taladro Dremel	1	270	270
Conectores para agua hembra	4	15	60
Conectores machos 1/8"	4	6	24
Conectores machos 1/4"	4	7	28
Manguera delgada (m)	30	1	30
Tornillos 1/8" (5 unid x bolsa)	45	4	36
Tuercas 1/8" (caja)	1	22.5	22.5
Bisagras pequeñas	3	4	12
Lija para metal	1	3	3
Chaleco de seguridad naranja	1	20	20
Sastrería	1	120	120
Envase de Aluminio	1	20	20
Silicona	1	30	30
Separador de circuitos	4	1.5	6
Otros		50	50
		TOTAL(S/.)	826.5

Tabla 4. Descripción de Costos y Materiales usados en el proyecto [Elaboración propia].

4.3. COSTO DE INGENIERÍA

COSTO DE INGENIERÍA	HORAS	PRECIO/HORA (S/.)	TOTAL (S/.)
Costo de trabajo de ingeniería	30	100	3000

Tabla 5. Descripción de Costos de ingeniería del proyecto [Elaboración propia].

4.4. COSTOS TOTALES

DESCRIPCIÓN	COSTO(S/.)
COMPONENTES ELECTRÓNICOS	336.5
MATERIALES O SERVICIOS	826.5
COSTO DE INGENIERÍA	3000
TOTAL(S/.)	4163

Tabla 6. Sumatoria total de Costos [Elaboración propia].

CAPÍTULO V

V. RESULTADOS Y DISCUSIONES

A continuación, se mostrarán los resultados obtenidos, cuando el sistema electro – térmico ha actuado en modo de enfriamiento (tabla 8) y en modo de calentamiento (tabla 9).

Temperatura Ambiente 21°C, 1 Celda Peltier.

Tiempo(min)	Temperatura de la ceda (°C)	Temperatura del líquido (°C)	Temperatura del chaleco (°C)
0	21	21	21
5	00	18	21
10	00	15	21
15	00	12	20
20	00	9	20
30	00	6	18

Tabla 7. Resultados del sistema en modo de enfriamiento [Elaboración propia].

Temperatura Ambiente 21°C, 1 Celda Peltier.

Tiempo(min)	Temperatura de la ceda (°C)	Temperatura del agua (°C)	Temperatura del chaleco (°C)
0	21	21	21
5	45	24	21
10	45	27	21
15	45	30	22
20	45	33	22
30	45	39	24

Tabla 8. Resultados del sistema en modo de calentamiento [Elaboración propia].

Como observamos en nuestras tablas la velocidad de cambio de temperatura en nuestro chaleco es demasiado lento, estamos hablando de 1°C por 15 minutos por

lo que el cuerpo humano no lo percibiría. A pesar de existir un aislamiento térmico en el sistema, aun se obtienen pérdidas considerables de calor en el traje.

Se experimentó con dos celdas de Peltier, disminuyendo a casi la mitad el tiempo de enfriamiento ó calentamiento del agua, pero la velocidad de variación de temperatura en el traje no obtuvo grandes cambios.

Estos datos nos demuestran en primer lugar que a pesar de que la celda Peltier tenga una variación de temperatura eficiente $1^{\circ}\text{C}/\text{seg}$, su transferencia de calor o frío hacia otro cuerpo en contacto con ella es baja, este el caso del enfriamiento del agua contenida en el recipiente de aluminio que llega a disminuir 1.6°C de temperatura cada 1 minuto.

CAPÍTULO VI

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES

- ✓ Se llegó a conocer las principales necesidades que una persona con discapacidades físicas en la parte superior necesitaba en sus actividades diarias.
- ✓ Se conoció el uso y funcionamiento de una Celda Peltier, que es un componente electrónico poco estudiado y a la cual se le pueden dar muchas aplicaciones.
- ✓ Se diseñó e implementó un sistema térmico a base de una celda de Peltier el cual no ofrece una transferencia de calor o frío adecuada, se requiere investigar otros materiales que proporcionen una transferencia de calor o frío rápida, en este último ya no se profundizó más en ello ya que el requiere mayor inversión donde
- ✓ Se diseñó e implementó la estructura completa del sistema térmico, que permitirá el intercambio físico de calor /frío con el usuario.
- ✓ Se conoció el uso de la plataforma de Arduino y se diseñó el programa el cubrió las necesidades para el diseño de nuestro sistema térmico.
- ✓ Se logró diseñar e implementar una aplicación en el software APP Inventor, que brinda una interfaz clara y de fácil manejo para el usuario.
- ✓ Se logró establecer la comunicación remota desde un aparato móvil vía Bluetooth para el control de nuestro sistema térmico.
- ✓ A pesar de no haber obtenido un sistema térmico eficiente para el uso diario de una persona con discapacidad, se establece bases principales para diseñar un sistema térmico que sirva no solamente para personas con discapacidad sino también para personas que se encuentran en zonas donde el clima es extremo.

6.2. RECOMENDACIONES

- ✓ Para obtener una mayor eficiencia térmica del traje se recomienda usar prendas gruesas colocadas encima del traje, esto permite un mayor aislamiento térmico con el medio ambiente.
- ✓ Se puede dar uso de líquidos especiales como refrigerantes para aumentar la eficiencia de enfriamiento del traje.
- ✓ Al momento de dejar de usar el sistema, se recomienda apagarlo primero desde el celular, y esperar un lapso de 20 segundos para luego apagarlo desde el switch principal, ello permitirá el enfriamiento de la celda Peltier y evitar posibles daños.

CAPÍTULO VII

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

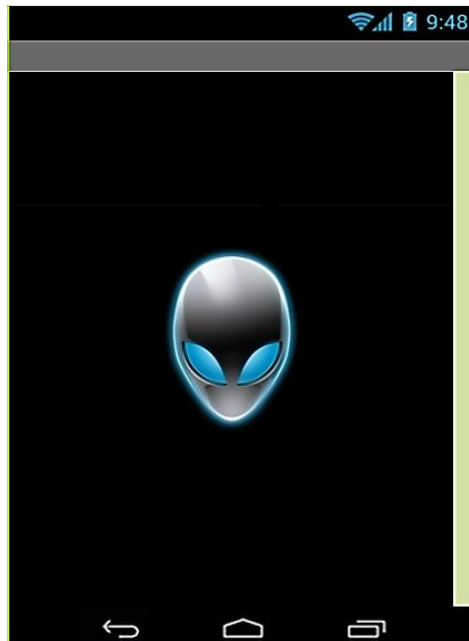
- [1] <https://www.inei.gob.pe/prensa/noticias/en-el-peru-1-millon-575-mil-personas-presentan-alg/>
- [2] <http://www.veskimo.com/cooling-vest-ms-medical.php>
- [3] <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/8591/Mem%C3%B2ria.pdf>
- [4] <http://www.esne.es/noticias-y-eventos/>
- [5] <https://www.scribd.com/doc/76152863/Aire-Acondicionado-Peltier>
- [6] <http://dle.rae.es/?id=AGa3Pig>
- [7] http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/43360/1/9241545445_spa.pdf
- [8] <http://medirtemperatura.com/sensor-temperatura.php>
- [9] <https://store.arduino.cc/usa/arduino-nano>
- [10] https://es.wikipedia.org/wiki/Modulaci%C3%B3n_por_ancho_de_pulsos
- [11] <https://www.scribd.com/document/308843047/Poyecto-Final-EleDig2-docx>
- [12] <https://www.vistronica.com/robotica/motores/drivers-de-motores/modulo-puente-h-bts7960-de-43a-detail.html>
- [13] https://es.wikipedia.org/wiki/Android#cite_note-AndroidInc-3
- [14] https://es.wikipedia.org/wiki/App_Inventor
- [15] http://www.naylampmechatronics.com/blog/15_Configuraci%C3%B3n--del-m%C3%B3dulo-bluetooth-HC-06-usa.html
- [16] http://www.scholarpedia.org/article/Thermal_touch
- [17] <http://www.senamhi.gob.pe/>
- [18] <https://led-manufacturer.en.alibaba.com/>

CAPÍTULO VIII

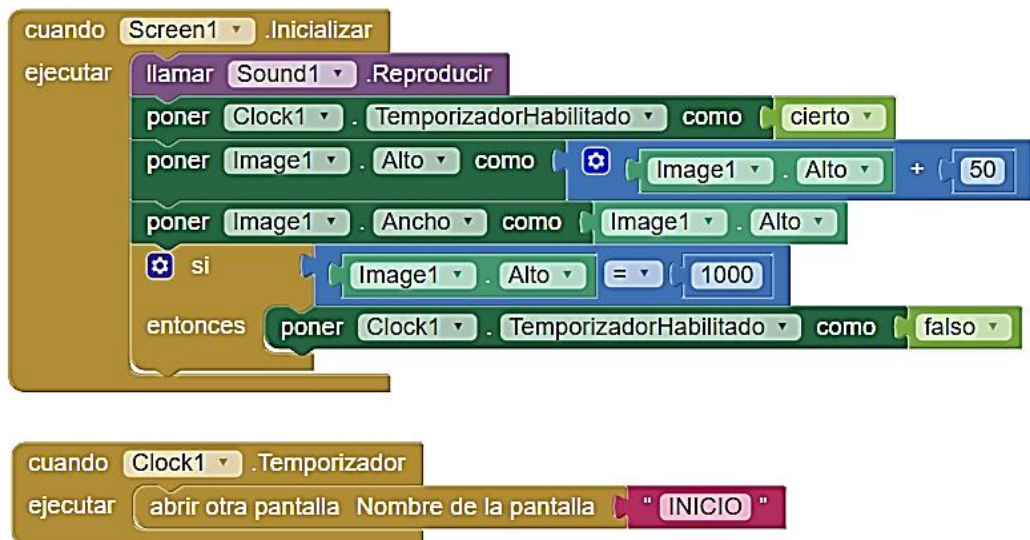
ANEXOS

CODIGO DE PROGRAMACIÓN DE LA APP

Pantalla de Bienvenida de la Aplicación “**RUPAC CHIRI**”.



Interfaz de la pantalla de Bienvenida de nuestra Aplicación “Rupac Chiri”.



Pantalla de Inicio de la aplicación “RUPAC CHIRI”



Interfaz de Inicio de nuestra Aplicación “Rupac Chiri”.

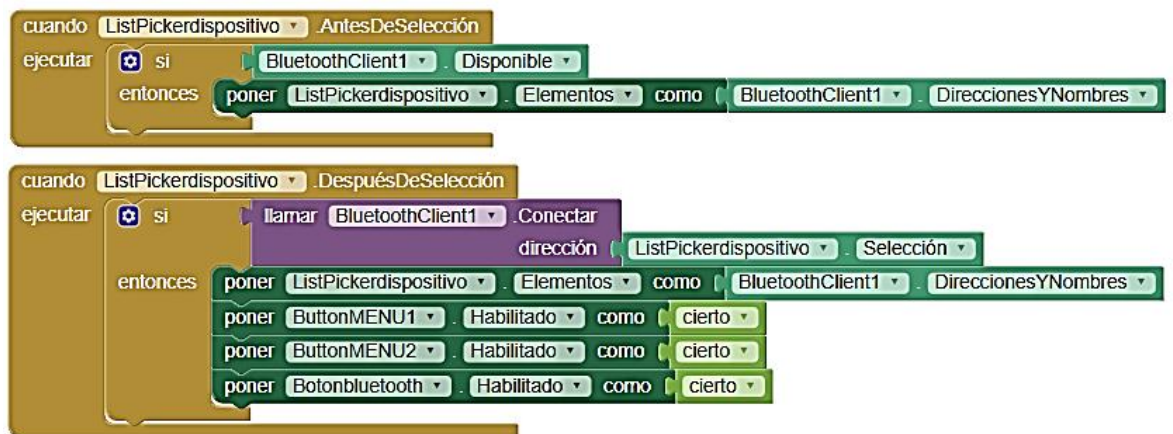
Inicio

Inicializamos nuestra aplicación, deshabilitando nuestros botones principales como el “Automático”, “Manual” e “Iniciar”, hasta que se llegue a ser la conexión con el Bluetooth del sistema térmico.



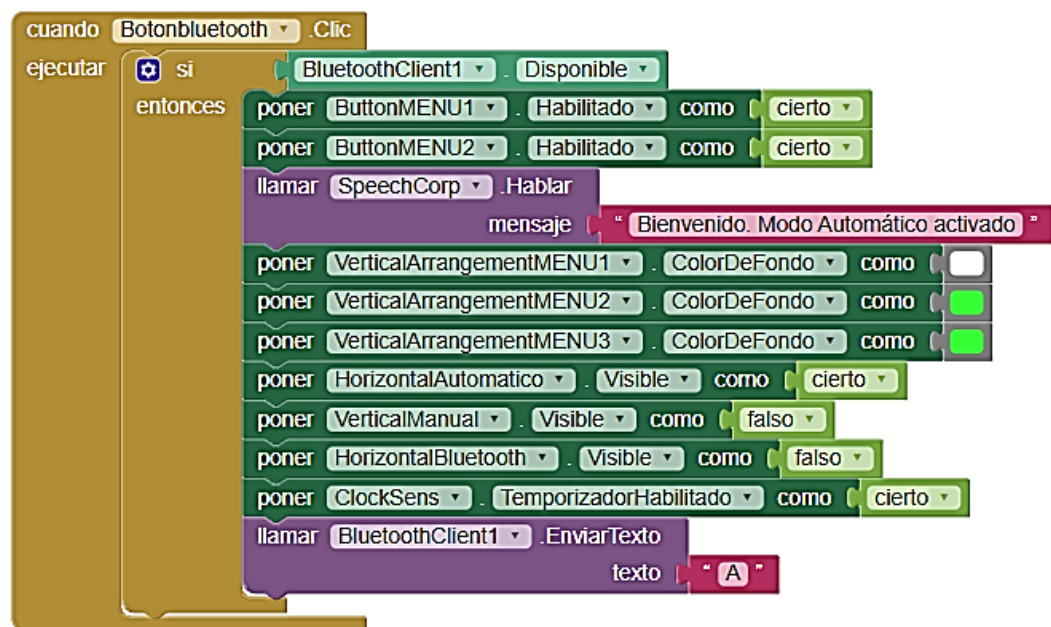
Al presionar sobre el botón “Dispositivo”, este nos mostrará una lista de dispositivos Bluetooth vinculados con nuestro teléfono móvil, por el cual procedemos a seleccionar nuestro módulo Bluetooth HC-05.

Al seleccionar nuestro dispositivo Bluetooth, se habilitarán automáticamente los botones que inicialmente se encontraban deshabilitados.

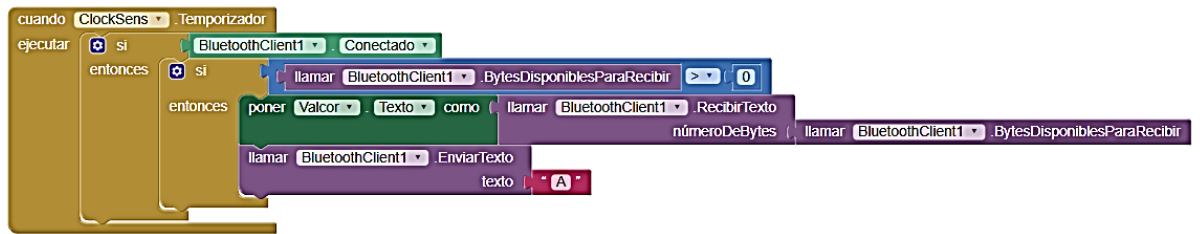


Modo Automático

Al hacer clic sobre el botón “Iniciar” o “Automático”(“ButtonMenu1”), nuestro sistema térmico encenderá de modo automático, en donde nuestra aplicación habilita el temporizador “Clock Sens”, que empezará a enviar la variable de texto “A” hacia el Arduino y este reaccionara enviando los datos de los sensores que se encuentran en el chaleco y el sistema.



El temporizador “Clock Sens” empezará a enviar datos o recibir datos siempre y cuando se haya establecido una conexión Bluetooth, la recepción de estos datos se mostrarán en la pantalla móvil.

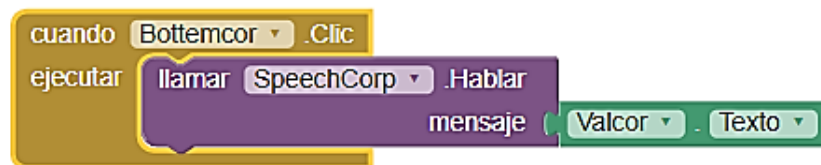


Pantalla del modo Automático



Interfaz de la Aplicación Rupac Chiri, en modo “Automático”.

Al hacer clic en el botón “Temperatura Corporal y Liquido”, este leerá los valores recibidos



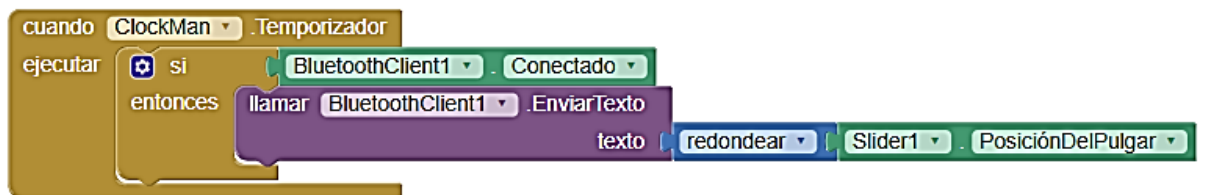
Modo Manual

Para ingresar a modo Manual, se debe presionar el botón “Manual” (“ButtonMenu2”). Aquí nuestra aplicación enviará la variable de temperatura en la que deseamos que se encuentre nuestro líquido, para ello seleccionamos la temperatura deseada con el Scroll.

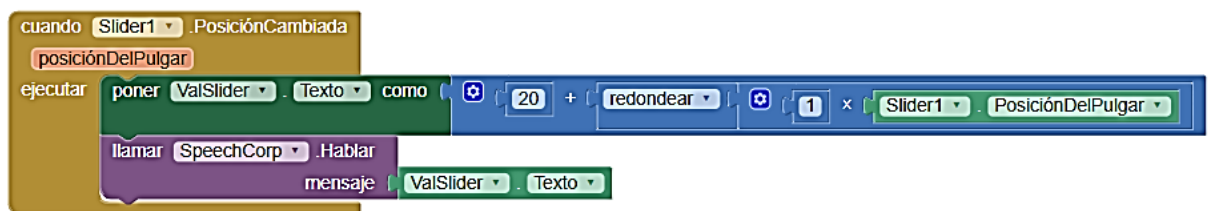


Interfaz de la Aplicación Rupac Chiri, en modo “Manual”.

En nuestra pantalla “Manual” se activa el temporizador “ClockMan”, que se empezará a enviar datos del estado en el cual se encuentra el Scroll, siempre y cuando exista una conexión Bluetooth. La variable enviada es un número redondeado con 0 decimales.

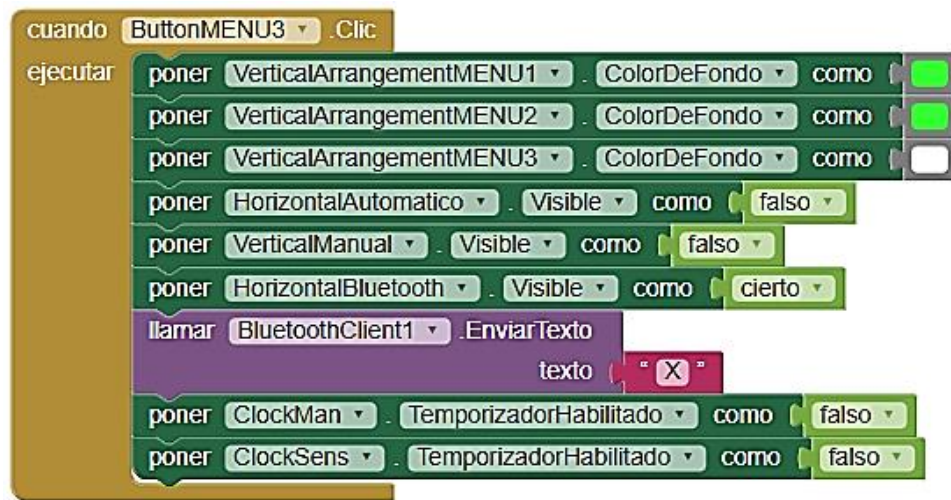


Conforme deslizamos nuestro Scrooll, este mostrará en nuestra pantalla la temperatura deseada.



Modo Reposo

Para poner nuestro sistema en modo reposo, o deseamos configurar nuevamente el Bluetooth, seleccionamos el botón Bluetooth (“ButtonMenu3”). Este enviará la variable “X”, hacia el Arduino.



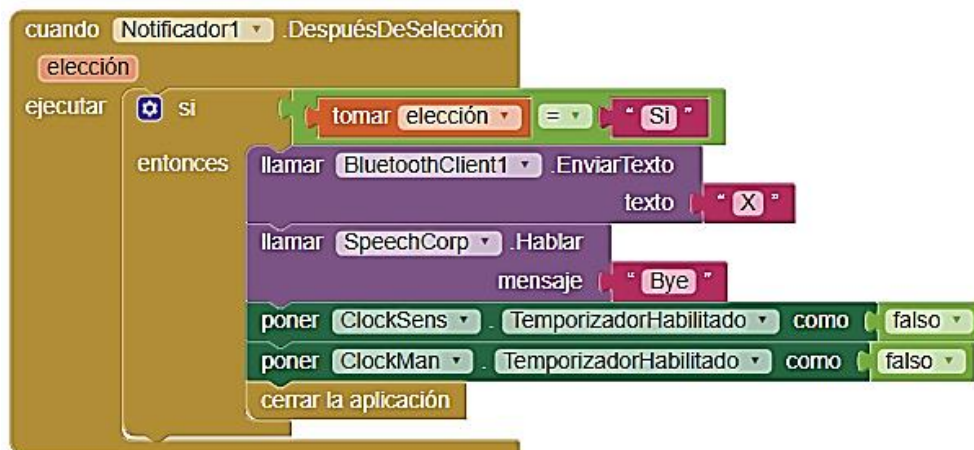
Interfaz de la Aplicación Rupac Chiri, en modo “Suspendido”.

Salir de la aplicación

Si deseamos salir de la aplicación, podemos hacerlo mediante la pulsación del botón “Atrás” del nuestro móvil, con ello se nos abrirá una pequeña notificación preguntándonos si deseamos salir o no de la aplicación.



Si damos a la opción “Sí”, nuestra aplicación enviará la variable X al Arduino, por lo cual nuestro sistema pasará a modo de Suspensión.



CÓDIGO DE PROGRAMACIÓN DEL ARDUINO

Definición de Variables

Inicialmente comenzamos definiendo nuestras variables globales y constantes a usar.

Código perteneciente a los pines analógica para las lecturas de nuestros sensores LM35. Los sensores que pertenecen a A1 Y A2 se encontrarán en el chaleco y medirán la temperatura ambiental. El sensor del pin A0 medirá la temperatura del agua.

```
const int sensor = A1;
```

```
const int sens = A2;
```

```
const int agua = A0;
```

Para tomar una referencia sobre en qué estado se encuentra nuestra temperatura ambiente viéndolo desde nuestro sistema físico se han colocado dos diodos Led que señalizan si la temperatura excede al umbral (color “Naranja”), o si está por debajo de lo ello (color “Azul”).

```
const int naranja = 11;
```

```
const int azul = 12;
```

Para el control térmico de nuestra Celda Peltier, se ha usado dos pines con salida PWM. Cuando se desea dar calor, el pin “pcalor”, se activará y el pin “pfrio” permanecerá en 0 lógico. De igual manera sucede cuando se desea brindar frío, el pin “pfrio” se activa y el pin “pcalor” permanece en 0 lógico.

```
const int pcalor = 3;
```

```
const int pfrio = 9;
```

Para aumentar la eficiencia térmica de la Celda Peltier se ha colocado un ventilador que será controlado por PWM, proporcionalmente a la potencia que se le brinda a la Celda Peltier.

```
const int vent = 10;
```

La pequeña bomba de agua, consta de igual manera de un Pin PWM, pero el valor de esta es fijo; llega a bombear el agua de forma constante pero con el caudal mínimo.

```
const int bomb= 13;
```

Se da mención a dos variables como umbral de temperatura, en donde se toma en cuenta la temperatura promedio en el cual una persona se encuentra en confort térmico según la OMS (Organización Mundial de la Salud).

```
int alto = 25; // temperatura umbral máximo
```

```
int bajo = 22; // temperatura umbral mínimo
```

Se ha utilizado un pin digital extra para alimentar nuestro Bluetooth.

```
int pin = 4; //Pin para alimentar un módulo Bluetooth
```

La variación de las lecturas se debe a que el mundo real nunca es perfecto y hay cosas que van desde la incertidumbre de la medida causada por el propio sensor

hasta los errores en los convertidores de nuestro Arduino (Que no son los mejores del mundo), e incluso interferencias electromagnéticas.

Todo ello se confabula para que tengamos esa molesta variación de cifras en la medida y aunque en este caso no tiene importancia puede convenirnos filtrar este tipo de errores y para ello podemos promediar las n últimas lecturas y presentar esto como el valor de la temperatura.

Para ello hemos guardaremos las 16 últimas lecturas y promediarlas, con lo que aplanaremos fuertemente los errores, y la manera más sencilla en un buffer circular.

Es por ello que se utilizará tres buffer por sensores, con lo cual se iniciará en todos en posición 0, y tendrá 16 muestras como máximo.

```
int index = 0;
```

```
int ind = 0;
```

```
int inde = 0;
```

```
const int N = 16;    // Numero de muestras a considerar
```

```
const int M = 16;
```

```
const int O = 16;
```

```
float Buffer[N] ;
```

```
float Buffe[M] ;
```

```
float Buff[O] ;
```

Definimos nuestra variable entera “PWMValor”, en donde se almacenará el valor PWM que se brindará a la Celda Peltier y que será proporcional al ventilador.

```
int PWMValor = 0;
```

La variable cadena “valor”, es donde se almacenará el texto que se recibe por medio del Bluetooth.

```
String valor;
```

Por último para convertir los números de formato texto recibido vía Bluetooth, a formato número entero se crea la siguiente variable:

```
int val;
```

Configuración de Pines

En las siguientes líneas configuraremos el modo en el cuál van a trabajar nuestros pines (Salida o Entrada).

“Serial.begin”, permitirá la comunicación serial por medio de nuestro Bluetooth.

```
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  pinMode(naranja, OUTPUT);
  pinMode(azul, OUTPUT);
  pinMode(pcalor, OUTPUT);
  pinMode(pfrio, OUTPUT);
  pinMode(vent, OUTPUT);
  pinMode(bomb, OUTPUT);
```

```
pinMode(pin, OUTPUT);
digitalWrite(pin, HIGH);
```

```
pinMode(sensor, INPUT);
pinMode(sens, INPUT);
pinMode(agua, INPUT);
}
```

Inicio

Ahora empezaremos a describir el código eje de nuestro programa principal.

```
void loop()
{
  while (Serial.available()){
    _ Mientras se reciba una variable se ejecutará el código.
```

```
if (Serial.available()>0){
```

```
    char letra = Serial.read();
```

_ Si se recibe una variable, esta se guardará en forma de carácter en la variable local “letra”.

```
    if (letra == 'A')
```

```
    {
```

```
        automatic_event();
```

```
    }
```

```
    else if (letra == 'X')
```

```
    {
```

```
        off_event();
```

```
    }
```

```
    else
```

```
    {
```

```
        valor += letra;
```

```
    }
```

```
}
```

_ Si el carácter recibido desde la aplicación móvil es igual a “A” el sistema entrará en modo Automático; si el carácter recibido es igual a “X” el sistema entrará en modo reposo/suspensión.

De lo contrario si no cumple con ninguna de las condiciones anteriores el carácter recibido se guardará en la variable global “valor”. En esta última condición nuestro sistema térmico trabajará en forma manual.

Modo MANUAL

Para pasar a modo “Manual”, primero tendremos que convertir los caracteres recibidos en número enteros.

```
val = valor.toInt();
```

En nuestro código fuente de nuestra aplicación móvil, se toma un rango de valores de 0 a 9 en donde nuestro valor central es 5. Si deseamos aumentar la temperatura nuestra aplicación enviará valores a partir del número 6, y tendrá como máximo valor el 9; al recibir estos caracteres nuestro código Arduino, reemplaza el rango

6 a 9 en nuevo rango de valores de 0 a 255. Este cambio de rango permitirá que el aumento de temperatura de nuestra Celda Peltier varíe en forma proporcional.

```
if ( val ==6)
{

    analogWrite(pfrio, 0); // se coloca en bajo el INP1 del peltier
    analogWrite(pcalor,50); // se coloca en bajo el INP2 del peltier
    analogWrite(vent, 70); // PWM para el ventilador de acuerdo a la temperatura
    leida, a mayor calor mayor enfriamiento
    analogWrite(bomb, 0); // PWM para bomba de agua de acuerdo a la temp
    digitalWrite(naranja, HIGH);
    digitalWrite(azul, LOW);

}
```

```
if ( val ==7)
{

    analogWrite(pcalor, 100); // se coloca en bajo el INP2 del peltier
    analogWrite(pfrio, 0); // se envia señal al INP1 del peltier
    analogWrite(vent, PWMValor); // PWM para el ventilador de acuerdo a la
    temperatura leida, a mayor calor mayor enfriamiento
    analogWrite (bomb, 100); // PWM para bomba de agua de acuerdo a la temp
    digitalWrite(azul, LOW);
    digitalWrite(naranja, HIGH);

}

if ( val ==8)
{
```

```

    analogWrite(pfrio, 0); // se coloca en bajo el INP1 del peltier
    analogWrite(pcalor, 150); // se coloca en bajo el INP2 del peltier
    analogWrite(vent, 150); // PWM para el ventilador de acuerdo a la temperatura
leida, a mayor calor mayor enfriamiento
    analogWrite(bomb, 0); // PWM para bomba de agua de acuerdo a la temp
    digitalWrite(naranja, HIGH);
    digitalWrite(azul, LOW);

}
if ( val ==9)
{

    analogWrite(pfrio, 0); // se coloca en bajo el INP1 del peltier
    analogWrite(pcalor, 200); // se coloca en bajo el INP2 del peltier
    analogWrite(vent, 250); // PWM para el ventilador de acuerdo a la temperatura
leida, a mayor calor mayor enfriamiento
    analogWrite(bomb, 0); // PWM para bomba de agua de acuerdo a la temp
    digitalWrite(naranja,HIGH);
    digitalWrite(azul, LOW);

}

```

Si deseamos disminuir la temperatura de nuestra Celda Peltier, el rango de valores será de 0 a 4, en donde 4 es el valor mínimo y 0 es el máximo valor, es por ello que nuestra aplicación en Arduino reemplaza ese rango de valores nuevamente pero comenzando en forma inversa es decir desde 255 a 0.

```

if ( val ==0)
{

    analogWrite(pfrio, 255); // se coloca en bajo el INP2 del peltier
    analogWrite(pcalor, 0); // se envia señal al INP1 del peltier

```

```

    analogWrite(vent, 255); // PWM para el ventilador de acuerdo a la temperatura
leida, a mayor calor mayor enfriamiento
    analogWrite (bomb, 150); // PWM para bomba de agua de acuerdo a la temp
    digitalWrite(naranja, LOW);
    digitalWrite(azul, HIGH);
}
    if ( val ==1)
{

    analogWrite(pfrio, 200); // se coloca en bajo el INP1 del peltier
    analogWrite(pcalor, 0); // se coloca en bajo el INP2 del peltier
    analogWrite(vent, 250); // PWM para el ventilador de acuerdo a la temperatura
leida, a mayor calor mayor enfriamiento
    analogWrite(bomb, 0); // PWM para bomba de agua de acuerdo a la temp
    digitalWrite(naranja, LOW);
    digitalWrite(azul, HIGH);

}
    if ( val ==2)
{

    analogWrite(pfrio, 150); // se coloca en bajo el INP1 del peltier
    analogWrite(pcalor, 0); // se coloca en bajo el INP2 del peltier
    analogWrite(vent, 200); // PWM para el ventilador de acuerdo a la temperatura
leida, a mayor calor mayor enfriamiento
    analogWrite(bomb, 0); // PWM para bomba de agua de acuerdo a la temp
    digitalWrite(naranja, LOW);
    digitalWrite(azul, HIGH);

}
    if ( val ==3)
{

```



```

    analogWrite(pfrio, 100); // se coloca en bajo el INP1 del peltier
    analogWrite(pcalor, 0); // se coloca en bajo el INP2 del peltier
    analogWrite(vent, 150); // PWM para el ventilador de acuerdo a la temperatura
leida, a mayor calor mayor enfriamiento
    analogWrite(bomb, 0); // PWM para bomba de agua de acuerdo a la temp
    digitalWrite(naranja, LOW);
    digitalWrite(azul, HIGH);

}
if ( val ==4)
{

    analogWrite(pfrio, 50); // se coloca en bajo el INP1 del peltier
    analogWrite(pcalor, 0); // se coloca en bajo el INP2 del peltier
    analogWrite(vent, 100); // PWM para el ventilador de acuerdo a la temperatura
leida, a mayor calor mayor enfriamiento
    analogWrite(bomb, 0); // PWM para bomba de agua de acuerdo a la temp
    digitalWrite(naranja, LOW);
    digitalWrite(azul, HIGH);

}

```

Si nuestro valor es 5 , nuestro sistema térmico se encontrará en modo de reposo, por el cuál, solo se encontrará funcionando nuestro ventilador, que ayudará a disipar el calor

```

if ( val ==5)
{
    analogWrite(pfrio, 0);
    analogWrite(pcalor, 0);
    analogWrite(vent, 170);
    analogWrite(bomb, 0);
    digitalWrite(naranja, LOW);
    digitalWrite(azul, LOW);
}

```

```
}
```

Conforme recibimos datos desde nuestra aplicación, nuestro código Arduino las borra para que pueda ingresar un nuevo dato, y así no genere conflictos en nuestro sistema.

Modo Automático

Nuestro sistema térmico entrara en modo “Automático”, al recibir el carácter “A”.

Inicialmente se empezará con el almacenamiento de datos recibidos de los sensores, creando un buffer, que tiene un tamaño de 16 muestras por sensor.

```
void automatic_event(){
{
  int lectura = analogRead(sensor);
  float voltaje = 5.0 / 1024 * lectura;
  float temp = voltaje * 100 ;

  int lect = analogRead(sens);
  float volt = 5.0 / 1024 * lect;
  float tempe = volt * 100;

  int lectu = analogRead(agua);
  float volti = 5.0 / 1024 * lectu;
  float temper = volti * 100;
  Buffer[ index] = temp;
  index = ++index % N ;

  Buffe[ ind] = tempe ;
  ind = ++ind % M ;

  Buff[ inde] = temper ;
  inde = ++inde % O ;

  float Tmedia = 0 ;
  for (int i = 0 ; i < N ; i++)
```

```

Tmedia = Tmedia + Buffer[i] ;
Tmedia = Tmedia / N ;

```

```

float Tmedi = 0 ;
for (int j = 0 ; j < M ; j++)
    Tmedi = Tmedi + Buffe[j] ;
Tmedi = Tmedi / M ;

```

```

float Tmed = 0 ;
for (int h = 0 ; h < O ; h++)
    Tmed = Tmed / Buff[h] ;

```

Creamos una variable local flotante que promedia la temperatura de los sensores que se encuentran en el chaleco.

```
float promed = (Tmedia + Tmedi) / 2;
```

Si la temperatura ambiente es menor a la permitida, nuestro sistema comenzará a calentar proporcionalmente al descenso de temperatura,

```

if ( promed < bajo)
{
    PWMValor = map(promed, 10, 22, 255, 0);
    analogWrite(pfrio, 0);
    analogWrite(pcalor, PWMValor);
    analogWrite(vent, PWMValor);
    analogWrite (bomb, 150);
    digitalWrite(azul, HIGH);
    digitalWrite(naranja, LOW);
    Serial.print(Tmedia);
    Serial.print(",");
    Serial.println(Tmedi);
}

```

Si la temperatura promedio del ambiente es mayor al umbral, nuestro sistema térmico se activará y empezara a enfriar, de manera proporcional al aumento de temperatura.

```
else if (promed >= alto)
```

```

{
  PWMValor = map(promed, 25, 40, 0, 255);
  analogWrite(pcalor, 0);
  analogWrite(pfrio, PWMValor);
  analogWrite(vent, PWMValor);
  analogWrite (bomb, 150);
  digitalWrite(naranja, HIGH);
  digitalWrite(azul, LOW);
  Serial.print(Tmedia);
  Serial.print(",");
  Serial.println(Tmedi);
}

```

De lo contrario si la temperatura promedio ambiental, se encuentra en el rango de confort, nuestro sistema no realiza ninguna acción.

```

else
{
  analogWrite(pfrio, 0);
  analogWrite(pcalor, 0);
  analogWrite (vent, 0);
  analogWrite (bomb, 0);
  digitalWrite(naranja, LOW);
  digitalWrite(azul, LOW);
  Serial.print(Tmedia);
  Serial.print(",");
  Serial.println(Tmedi);
}
}

```

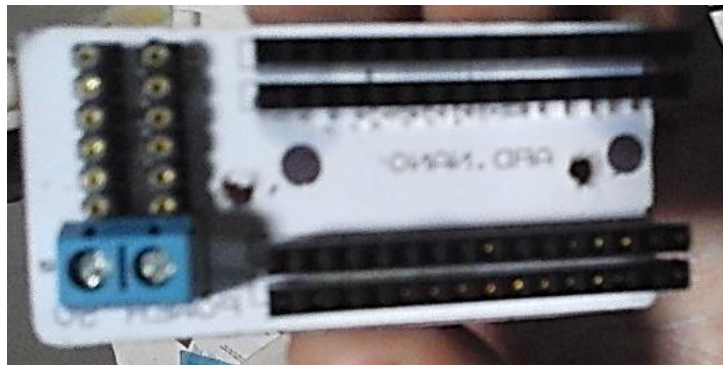
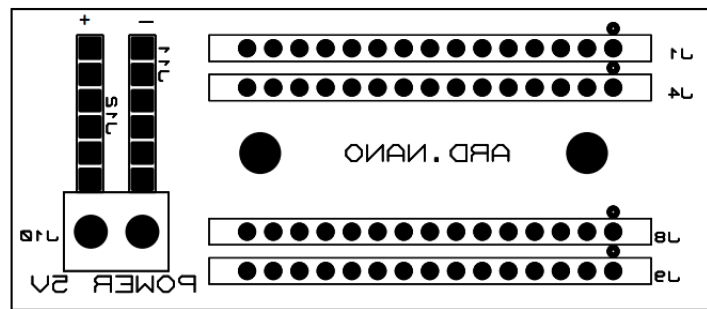
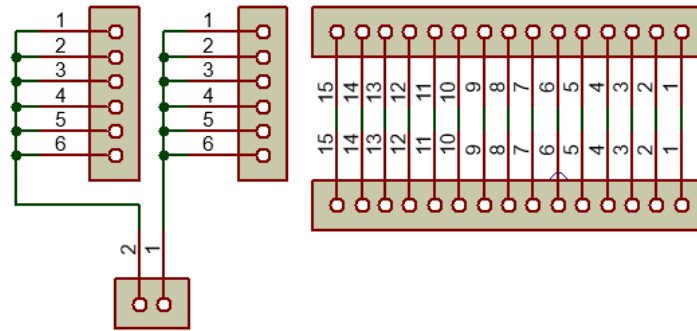
Modo Reposo o Suspensión

Para ingresar a modo “Reposo o Suspensión”, nuestro Arduino ah recibido el carácter “X”. Aquí nuestro sistema coloca en bajo los valores, para nuestra Celda Peltier al igual que nuestra bomba de agua, y por consecuente deshabilita la lectura y envío de datos.

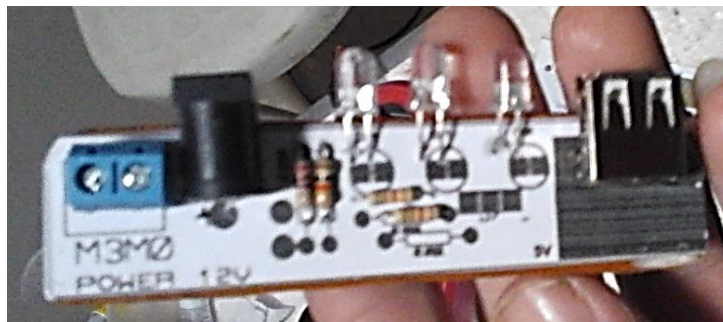
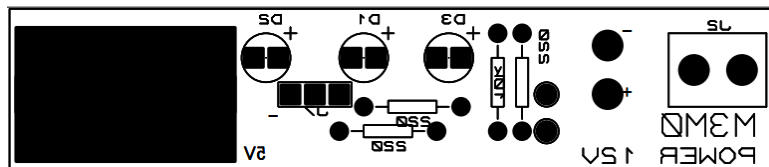
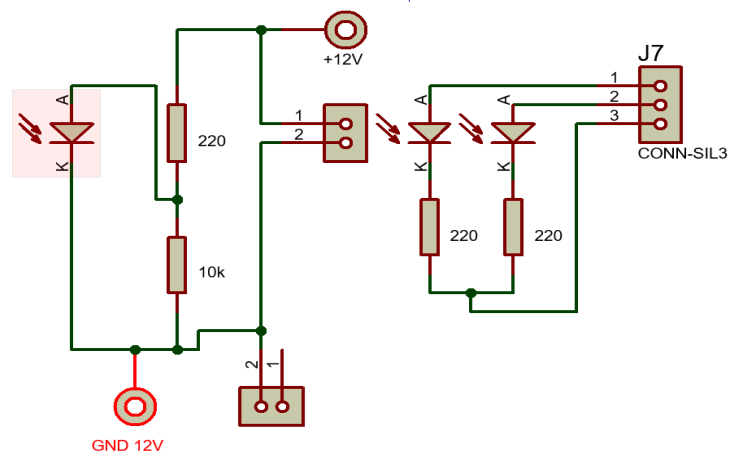
Se activará por un tiempo de 15 segundos a máxima potencia nuestro ventilador, que permitirá disipar el calor de nuestro circuito térmico. Con lo cual luego procede a apagarse.

```
void off_event()
{
    analogWrite(pfrio, 0);
    analogWrite(pcalor, 0);
    analogWrite(vent, 255);
    analogWrite(bomb, 0);
    digitalWrite(naranja, LOW);
    digitalWrite(azul, LOW);
    delay(15000);
    analogWrite (vent, 0);
    delay(500);
}
```

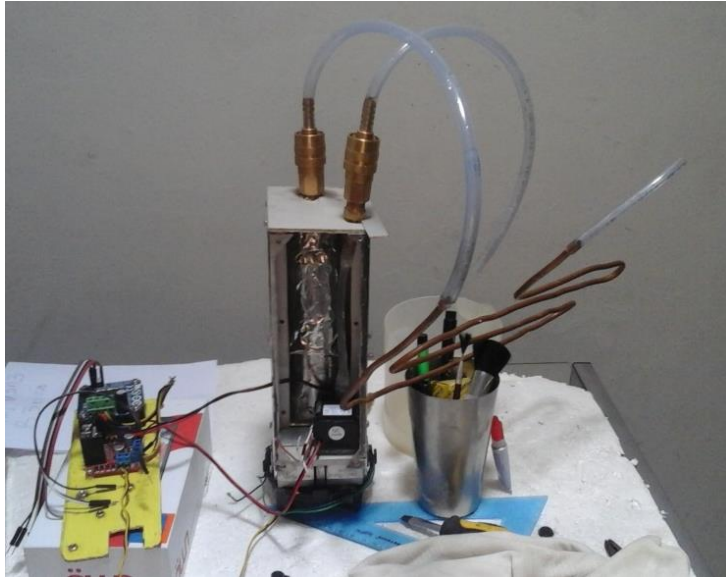
IMÁGENES DEL PROYECTO



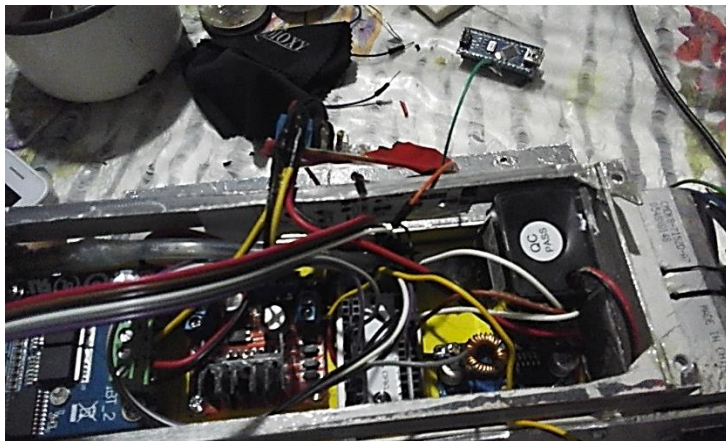
Diseño del circuito base del Arduino nano, con salida de voltaje para la alimentación de leds, y sensores.



Diseño del circuito donde se conectan los leds indicadores , entrada de alimentadion 12v y puerto usb hermbra para la conexión de los sensores externos.



Sistema elctro térmico conectado a un serpentín de cobre.



Circuito general del proyecto



Chaleco termico en el interior de una casaca para aumentar su aislamiento termico




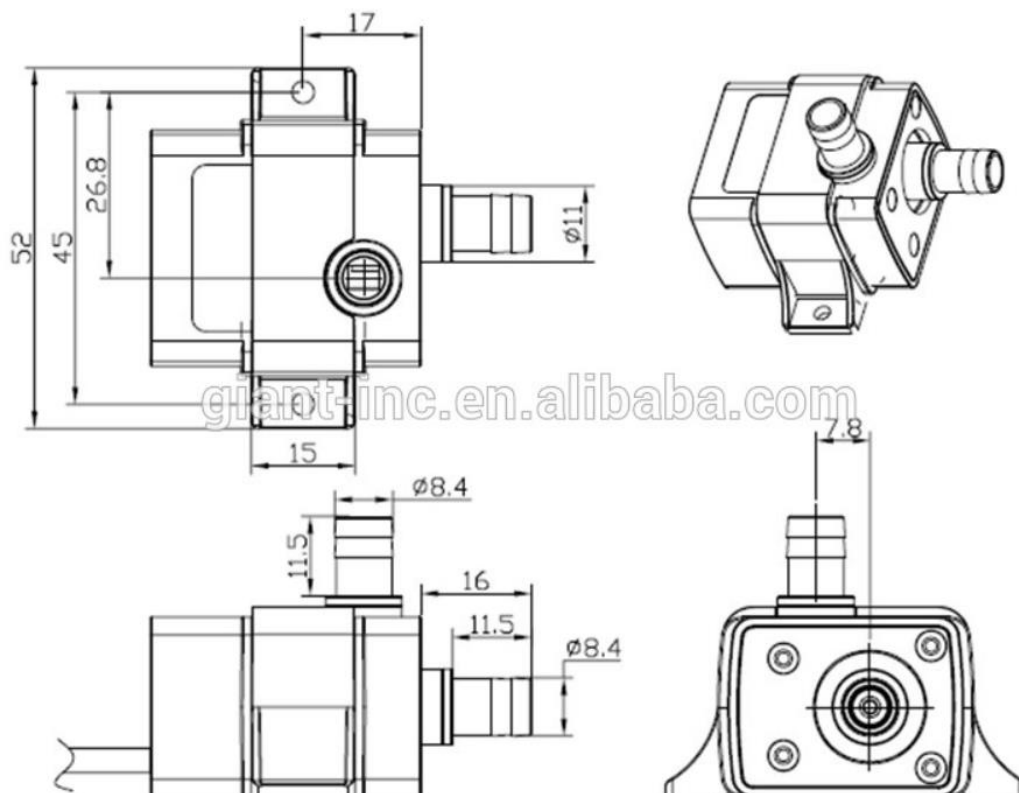
Estructura metálica en donde se aprecia la bomba de agua y los acopladores de bronce que conectan con las mangueras de plástico.

FICHAS DE DATOS

DATOS TÉCNICOS DE LA BOMBA DE AGUA

[Fuente:https://giant-inc.en.alibaba.com/product/60359362016-802287030/Low_Noise_12V_DC_Submersible_Water_Pump.html]

Brushless DC Water Pump		Item Specification	
	Item No	AD20P-1230	
	Rated Voltage	12V	
	Working Voltage	11-13V	
	P (Max)	4.8W	
	Max water head	300cm	
	Max flow rate	240L/H	
	Size	Picture following will show	
	Weight	66g+wire weight	
	Other	Can be customized	



1. Pequeño tamaño pero fuerte, bajo consumo, eficacia alta, vida larga.

2. Larga vida continua de trabajo alrededor de 20000 horas.
3. Diseño multi-funcional: Instalación sumergible y exterior (debajo de la superficie líquida).
4. Ninguna contaminación, material de la protección del medio ambiente. El diseño respetuoso con el medio ambiente le da un estilo de vida bajo consumo de carbono.